

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Stavebně technický průzkum objektu z nepálených cihel

Technical - building survey of mudbrick construction

Student:

Ondřej Mach

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Tereza Majstríková

Ostrava 2015

PROHLÁŠENÍ STUDENTA

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 30.11.2015

.....

Podpis studenta

PROHLAŠUJI, ŽE

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 30.11.2015

.....

Podpis studenta

ANOTACE

Mach, Ondřej. Stavebně technický průzkum objektu z nepálených cihel. Ostrava, 2015. 125 s. Diplomová práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb 223. Vedoucí práce Ing. Tereza Majstríková

Diplomová práce hodnotí konstrukci objektu z nepálených cihel v městské části Příboru-Prchalov za účelem vyhodnocení rizik spojených s případnou realizací rekonstrukce podle zamýšleného záměru. Diplomová práce shrnuje základní informace o vlastnostech nepálených materiálů a o postupech při stavebně technických průzkumech s využitím nejčastěji užívaných diagnostických metod, které slouží pro zjištění pravděpodobné příčiny hlavních poruch v konstrukci.

V praktické části diplomová práce uvádí hlavní informace o objektu, zabývá se popisem nejzávažnějších vad a poruch, provedením základních zkoušek zdících prvků a vyhodnocením těchto získaných hodnot.

Annotation

Mach, Ondřej. Technical - building survey of mudbrick construction. Ostrava, 2015. 125 s. Thesis. VŠB-TU Ostrava, Faculty of Civil Engineering, Department of Building Materials and Diagnostics of Structures 223. The thesis conducted by Ing. Tereza Majstríková.

The thesis evaluates building structures of mudbricks in the village of Prchalov in the Příbor district. The main purpose of this work is an evaluation of risks in relation to an intended plan for building reconstruction. The thesis summarizes main information about mudbrick properties and about procedures of technical building survey using the most common diagnostic methods to find out the most probably cause of construction defects.

The practical part of the thesis provides main information about the building, which brings a description of the most critical defects, describes basic test methods of brick components and shows an evaluation of the gathered data.

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem, kteří se podíleli na tvorbě této diplomové práce. Zvláštní poděkování patří zejména paní Ing. Tereze Majstríkové za pečlivou kontrolu a korekci, odborné rady a předávání zkušeností při vytváření této práce.

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

STP	stavebně technický průzkum
A	plocha
b	šířka
d	hloubka vrtu
d_m	průměrná hloubka vrtu
E_{cu}	dynamický modul pružnosti
e_k	výstřednost od účinků dotvarování
e_m	výslednost od účinků zatížení
e_{mk}	výslednost normálové síly působící ve vrcholu klenby
F	síla
f_b	návrhová pevnost zdiva
$f_{b,e}$	pevnost v tlaku cihel dle kalibračního vztahu
$f_{b,u}$	průměrná pevnost v tlaku kusového staviva
f_{d0}	návrhová hodnota síly od vlastní tíhy
f_{d1}	návrhová hodnota síly od přitížení zeminou
f_k	charakteristická pevnost zdiva
F_{k0}	síla od vlastní tíhy
F_{k1}	síla od přitížení zeminou
f_m	pevnost v tlaku malty
f_{m0}	pevnost v tlaku malty dle kalibračního vztahu
F_{qd}	návrhová hodnota síly od užitého zatížení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

F_{qk}	síla od užitého zatížení
n	počet vzorků
N_{Ed}	návrhová hodnota svislé normálové síly
N_{Rd}	návrhová únosnost v tlaku
OH	objemová hmotnost
\emptyset	průměr
q_k	užité zatížení
R	upravený průměr
S_x	směrodatná odchylka t tloušťka klenby
t_{ef}	účinná tloušťka
V	jádrový vývrt
v_L	rychlost ultrazvuku
W	vlhkost hmotnostní x vzdálenost sil α součinitel upřesnění
γ_k	objemová tíha zeminy
γ_z	objemová tíha zdiva

OBSAH:

TEORETICKÁ ČÁST.....	14
1 ZDĚNÉ KONSTRUKCE Z NEPÁLENÝCH CIHEL	14
1.1 Historie zdění z nepálených cihel.....	14
1.2 Vlastnosti zdiva z nepálených cihel	14
1.3 Konstruktivní uspořádání zděných konstrukcí	15
1.4 Malty	17
1.5 Degradace konstrukcí z nepálených cihel	18
2 VADY A PORUCHY ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ	20
2.1 Definice používaných termínů	20
2.2 Vlhkost zdiva.....	20
2.2.1 Metody zkoušení vlhkosti.....	21
2.2.2 Vlhkostní parametry	24
2.3 Trhliny ve zděných konstrukcích	25
2.3.1 Příčiny trhlin ve zděných konstrukcích	26
2.3.2 Trhliny způsobené nerovnoměrným sedáním v základové spáře	27
2.3.3 Sledování a měření trhlin.....	28
2.3.4 Přístroje a pomůcky pro sledování trhlin.....	29
2.4 Degradace zdiva	30
3 STAVEBNĚ – TECHNICKÝ PRŮZKUM	32
3.1 Diagnostické metody.....	36
3.2 Kalibrační vztahy	37
4 DIAGNOSTIKA ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ	39
4.1 Problematika posuzování původních zděných konstrukcí	39

4.2	Hodnocení existujících zděných konstrukcí.....	39
4.2.1	Postup hodnocení.....	40
4.2.2	Charakteristická pevnost zdiva v tlaku.....	40
4.2.3	Návrhová pevnost zdiva v tlaku	42
4.3	Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků	43
4.3.1	Pevnost v tlaku na vzorcích odebraných z konstrukce	43
4.3.2	Pevnost v tlaku na tělesech vyrobených z jádrových vývrtů.....	44
4.3.3	Pevnost v tlaku zjištěná semidestruktivně – Kučerova vrtačka.....	45
4.3.4	Pevnost v tlaku zjištěná semidestruktivně – Schmidt LB.....	47
4.4	Stanovení pevnosti malty v tlaku	48
4.4.1	Metody pro zjišťování pevnosti malty v tlaku ve spárách.....	48
4.4.2	Stanovení pevnosti v tlaku malty ve spárách pomocí Kučerovy vrtačky	49
4.5	Stanovení objemové hmotnosti ve vysušeném stavu	51
4.6	Stanovení nasákavosti	51
4.7	Stanovení zdánlivé pórovitosti	52
4.8	Stanovení vztlakovosti keramického střepu	53
PRAKTICKÁ ČÁST		14
5	INFORMACE O OBJEKTU	54
5.1	Poloha objektu.....	54
5.2	Historie objektu	55
5.3	Současný stav objektu	57
5.4	Plánované využití objektu	57
6	PŘEDBĚŽNÝ STAVEBNĚ - TECHNICKÝ PRŮZKUM	60
7	ZJIŠTĚNÉ VADY A PORUCHY V KONSTRUKCI.....	62
7.1	Poruchy ve svislých konstrukcích	62

7.1.1	Trhliny ve zdivu.....	62
7.1.2	Vlhkost zdiva.....	70
7.1.3	Výkvěty na zdivu.....	73
7.2	Poruchy ve vodorovných konsrukcích	75
7.2.1	Koroze nosných prvků.....	75
7.2.2	Nadměrné průhyby stropů	76
7.3	Poruchy v střešní konstrukci - krovech	79
7.4	Vady a poruchy pokrytí.....	82
8	DIAGNOSTICKÁ MĚŘENÍ ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ	83
8.1	Popis zkoušených konstrukcí a jejich stavů	83
8.2	Místa odběru vzorků.....	83
8.3	Stanovení skladby zdiva.....	83
8.4	Zkoušky cihelného zdiva.....	84
8.4.1	Stanovení objemové hmotnosti ve vysušeném stavu	85
8.4.2	Zkoušky nasákavosti a zdánlivé pórovitosti zdících prvků	86
8.4.3	Zkouška vzlínivosti zdících prvků	87
8.4.4	Destruktivní zkoušky pevnosti cihel v tlaku.....	89
8.4.5	Stanovení vlhkosti vzorů při umístění v exteriéru.....	91
8.4.6	Zkoušky cihel pomocí Kučerovy vrtáčky.....	92
8.5	Zkoušky pevnosti malt v tlaku semidestruktivní metodou.....	94
8.6	Ověření vlhkosti zdiva	97
8.7	Shrnutí diagnostických měření.....	99
8.7.1	Pevnosti zdících prvků v tlaku.....	99
8.7.2	Pevnosti malt v tlaku	100
8.7.3	Vlhkost zdících prvků.....	100
9	SHRnutí VÝSLEDKŮ DIAGNOSTICKÉHO MĚŘENÍ A STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU	101

DIPLOMOVÁ PRÁCE

9.1	Možné příčiny vad a poruch v konstrukci	101
9.1.1	Geologicky nestabilní podloží	101
9.1.2	Tuhost objektu	103
9.2	Limity návrhu rekonstrukce	103
9.3	Možnosti sanace pro odstranění vad a poruch	103
ZÁVĚR.....		105
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		107
ZDROJE OBRÁZKOVÝCH PŘÍLOH.....		110
PŘÍLOHY		114

ÚVOD

Velkým historickým milníkem ve stavebnictví bylo objevení hlíny jako materiálu vhodného k budování staveb a využívaného k výrobě nepálených cihel. Na rozdíl od kamene, jež doposud tvořil základní stavební materiál, nabízí cihly lepší tepelně izolační vlastnosti, nižší hmotnost a přesné rozměry, které zjednodušují realizaci nových staveb. Únosnost je přitom zajištěna důkladným provázáním jednotlivých vrstev cihel spojovaných maltou. Využití cihel ke stavění se rozšířilo po celém světě a dodnes tvoří tento materiál nosný systém mnoha budov.

Vzhledem k nemalému množství těchto zděných staveb, které jsou hojně využívány i v současnosti, je zapotřebí umět tyto stavby posuzovat z hlediska konstrukčního uspořádání, z hlediska bezpečnosti a v neposlední řadě také z hlediska komfortu bydlení. Jsou to právě zděné stavby, u nichž můžeme nejčastěji narazit na rekonstrukce, kterými prošly v minulosti a je naprosto zásadní, aby každá takováto rekonstrukce proběhla pod odborným dohledem zkušeného znalce. Nevhodné konstrukční zásahy mohou mít za následek havárii konstrukce. V rámci diagnostiky lze odhalit i skryté vady a poruchy konstrukcí, způsobené např. špatnou technologií stavby, nesprávným statickým výpočtem či vlivem povětrnostních vlivů atd. Tyto poruchy je zapotřebí zavčas odhalit, vyhodnotit a vhodným způsobem zajistit jejich opravu. Právě k těmto účelům bylo postupně vytvořeno nepřehledné množství zkušebních metod, jež umožňují zhodnocení zděných konstrukcí.

Tato diplomová práce vznikla na základě podnětu provést rekonstrukci objektu v městské části Příboru – Prchalov. Jelikož by proběhla změna užívání objektu a byly by provedeny také zásahy do konstrukce, vyvstává otázka, zda by daná rekonstrukce byla vhodná a korespondovala by se statickými možnostmi konstrukce. Podle majitelů je objekt postaven z nepálených cihel a úkolem této diplomové práce je potvrdit, či vyvrátit tyto informace, zhodnotit možnosti záměru na rekonstrukci a provést základní pevnostní zkoušky. Jejími dvěma základními částmi jsou teoretická a praktická část.

Teoretická část se zabývá obecnými postupy při stavebně technických průzkumech, vlastnostmi nepálených hliněných materiálů, dále pak určováním základních vlastností zdíva pomocí nejčastěji užívaných diagnostických metod. Především je zde popsáno stanovení pevnosti zdících prvků v tlaku a výpočet její charakteristické a návrhové hodnoty podle

normy ČSN ISO 13822. V této diplomové práci budou stanoveny orientační hodnoty pevností, protože stanovení přesnějších hodnot není hlavním cílem stavebně technického průzkumu u tohoto objektu a zároveň počet odebraných vzorků z konstrukce je omezený. Praktická část se zabývá diagnostickým průzkumem zdiva, přičemž hlavním cílem je stanovení míst s výskytem nepálených cihel, jakožto nejslabšího prvku zdiva. Cílem tohoto průzkumu bude určení materiálových a rozměrových charakteristik daných konstrukcí a zhodnocení vad a poruch v konstrukci.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ZDĚNÉ KONSTRUKCE Z NEPÁLENÝCH CIHEL

1.1 Historie zdění z nepálených cihel

První zmínky o používání hlíny jako stavebního materiálu u nás i v západní Evropě jsou datovány do 13. až 14. století. Hliněné stavby našly uplatnění jak u nízkopodlažních budov na venkově, tak i u vícepodlažních domů ve městech. Pálené cihly byly příliš drahé a mohli si je dovolit jen movití občané. Nejčastěji se proto stavělo z nepálených cihel (sušených na slunci). K většímu rozmachu masivních hliněných konstrukcí dochází na přelomu 16. a 17. století. V této době je všude rozšířeno mnoho dřevostaveb, které postihují mohutné požáry ničící celé vesnice a města. Proto roku 1751 bylo vydáno protipožární a stavební nařízení, které nařizuje, aby byly kuchyně i komíny vyzděné a do roka byla každá chalupa se zděným komínem. K jeho dodržování vedl především nedostatek stavebního dřeva. [27]

Roku 1819 byl vydán dvorní dekret, umožňující poddaným vyrábět na svých pozemcích cihly pro vlastní potřebu i prodej. To vedlo opět k nárůstu výstavby z hliněných materiálů. V roce 1833 byl vydán první stavební řád, který udával veškeré podmínky pro provádění stavby od podání žádosti plánů, přes úřední povolení až po realizaci a kolaudaci. Tím se dochovala řada dokumentů o provedených stavbách z hlíny. Vynálezem kruhové pece roku 1867 ve Vídni se výrazně zefektivnila výroba pálených cihel a vedla k jejich zlevnění. Pálené cihly si mohli dovolit i prostší občané a poptávka po nepálených cihlách klesala. [27]

1.2 Vlastnosti zdiva z nepálených cihel

Zdivo je značně různorodý stavební materiál s rozdílnými užitnými vlastnostmi, díky velkému množství druhů a tvarů zdících prvků, a téměř univerzálnímu použití. Typická pro nepálené zdivo je odolnost proti vlivům požáru, poměrně dobrá tepelně i zvukově izolační schopnost a velmi dobrá tvarovatelnost při použití tradičních starých technik, avšak špatná odolnost vůči atmosférickým vlivům. Zdivo se dále vyznačuje relativně dobrou pevností v tlaku, avšak malou odolností v tahu. Ovšem všechny tyto vlastnosti záleží na typu zdiva a jejich hodnoty mohou být značně proměnné. Při navrhování zděných konstrukcí

je nejdůležitější sledovanou vlastností zdiva pevnost v tlaku, kterou má zdivo nejvyšší ve směru kolmém k ložným spárám. [17]

Přibližné charakteristické hodnoty nepálených cihel jsou uvedeny v Tabulce 1 [24] :

veličina	hodnota
hmotnost	cca 2000 kg/m ³
pevnost v tlaku	> 5,0 MPa
přidržnost	0,3 N/mm ²
koeficient tepelné vodivosti (I)	> 1,30 W/m.K
tepelná odolnost zdi 40 cm (R)	0,35 K/W
difuze vlhkosti (m)	< 10
zvuková izolace zdi tloušťky 40 cm	56 dB
směrná pracnost zdění	cca 1,1 hod/m ²

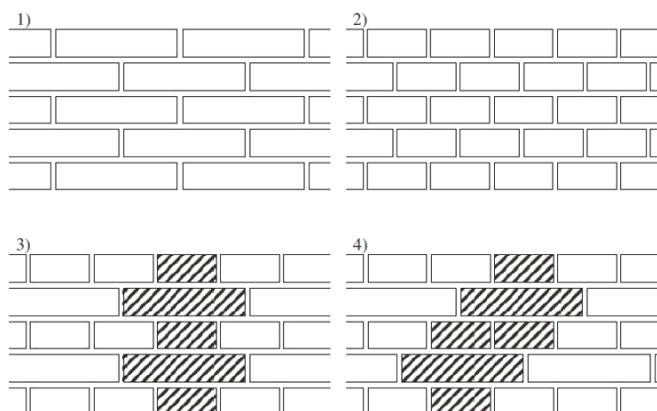
Tabulka 1- Hodnoty veličin nepálených cihel

1.3 Konstrukční uspořádání zděných konstrukcí

Kladením cihel na maltu vzniká vazba zdiva, která má za cíl, aby styčné spáry ve dvou sousedních vodorovných řadách cihel nebyly průběžné. Pro dosažení řádné vazby zdiva je zapotřebí dodržet tyto zásady: [5]

- všechny styčné spáry v každé vrstvě musí být překryty cihlou v další vrstvě o 1/4 až 1/2 délky cihly,
- ložné spáry musí být kolmé k tlaku, tedy vodorovné,
- ve zdivu se má použít co nejvíce plných cihel, s výjimkou míst křížení, zalomení nebo ukončení stěny, kdy se můžou použít tříčtvrťky nebo půlky.

Cihla, uložená ve zdivu tak, že její délka je rovnoběžná s lícem stěny, se nazývá běhoun. Cihla s délkou kolmou na líc je vazák. Zdivo stěn tloušťky $\frac{1}{2}$ cihly obsahuje jen běhouny, zdivo má běhounovou vazbu a tyto běhouny se převazují o $\frac{1}{2}$ cihly. Zdivo stěn, jejichž tloušťka se rovná délce cihel, má vazbu vazákovou a tyto vazáky se převazují o $\frac{1}{4}$ cihly. U stěn tloušťky $1 \frac{1}{2}$ cihly a tlustších se v líci vyskytující běhouny i vazáky. Pravidelnými změnami jejich uspořádání se dosahuje různých vazeb, z nichž nejběžnější je polokřížová vazba. Ve svislém směru se střídají vazákové a běhounové vrstvy při délce převázání rovné vždy $\frac{1}{4}$ cihly. Styčné spáry vazákových vrstev (ob vrstvu) jsou nad sebou; totéž platí pro běhounové vrstvy. Druhou nejčastější vazbou je křížová vazba, kdy se ve svislém směru střídají opět vazákové a běhounové vazby, při délce převázání rovné vždy $\frac{1}{4}$ cihly. Styčné spáry vazákových vrstev jsou nad sebou, avšak styčné spáry běhounových vrstev jsou o $\frac{1}{2}$ cihly posunuty. Nejpoužívanější vazby zdiva jsou uvedeny na Obrázku 1. [4]



1 – běhounová, 2 – vazáková, 3 – polokřížová, 4 – křížová

Obrázek 1 – Základní vazby zdiva[4]

Konstrukční prvky, které se vyzdívaly ze zdiva, jsou následující: [4]

- zděné stěny,
- sloupy a pilíře,
- opěrné zdi,
- základy,
- ostatní části stavebních objektů.

Na pevnost zdiva mají vliv také jeho případné vady. Jako vady můžeme označit nedodržení výše uvedených zásad zedění.

1.4 Malty

Malta se ve stavebnictví používá především ke spojování stavebních prvků a dílců (cihla, kámen), pro vyrovnání styčných spár a k úpravě povrchu stavebních konstrukcí (omítky). Malty jsou směsi, které se skládají z anorganických pojiv, plniv, příměsí a přísad rozmísených vodou na požadovanou konzistenci. Nejčastější pojivo v českých zemích je historicky vápenný hydrát, od zavedení výroby cementu kombinovaný právě s cementem.

Plniva do malt jsou většinou přírodní písky a drtě (přírodní kamenivo) a umělé kamenivo získané drcením nebo granulací produktů jako škvára, struska, popílky, cihly apod. Obsah a typ pojiva a plniv ovlivňují vlastnosti čerstvé i zatvrdlé malty.

Podle použitého pojiva se malty dělí na: [25]

- **Hliněné** - Jde většinou o malty, které se skládají ze směsi, jílu, písku, organické hmoty a vody. Nanášejí se na zdivo podobnými technikami jako ostatní malty. Pouze je potřeba z důvodů vazby jílových vloček, která je na rozdíl od ostatních omítek na fyzikální bázi, jednotlivé vrstvy silněji přitlačit (utáhnout) a nechat dostatečně proschnout. [24]
- **Sádrové** - Sádrová malta se používá na omítky a také při pomocných pracích, např. při elektroinstalacích. Zhotovuje se z rychle tuhnoucí sádry, k níž se přidávají asi 2% vápna (písek se nepřidává). Pro zpomalení tuhnutí se přidává např. kličová voda, lze však použít i pomalu tuhnoucí sádro.
- **Vápenné** - Vápenné malty se vyrábějí ze vzdušného i hydraulického vápna, z písku a z vody. K výrobě malty lze použít vápennou kaši, vápenný hydrát nebo nehašené mleté vápno. Takto získaná malta se používá pro zedění. Pro omítky je nutno vápno řádně vyhasit a odležet.
- **Cementové** - Cementová malta je směs písku, cementu a vody. Poměr mezi pískem a cementem je stanoven hodnotami 2:1 až 5:1. Protože je cementová malta těžko zpracovatelná a má horší přilnavost na stěny, přidává se do ní jako plastifikátor vápno. Cementové malty rychle tuhnou a dosahují velmi dobrých pevností. Cementové malty se používají na zednické práce, zejména

při adaptacích, na potěry, podlahy, spárování, kladení dlaždic, injektování i na omítky ve zvlášť vlhkých prostorech.

- **Nastavované (nejčastěji vápeno-cementové, ale i vápeno-hlinité, vápeno-sádrové)** - Přidáváme-li například cement do vápenné malty, získáváme tzv. maltu prodlouženou neboli nastavovanou cementem. Tyto vápenocementové malty obsahují převládající množství vápna. Používají se na zdění, kde je předepsána větší pevnost zdiva, dále na zálivky, potěry, omítky pro obkládačky, venkovní omítky.
- **Speciální** – Mezi tyto malty řadíme šlechtěné omítky, hořečnaté maltoviny, polymerové malty i sanační malty.
- **Sanační** – Jsou obvykle vápeno – cementové omítky s vyšší hodnotou pórovitosti. Použitím sanační omítky usměrňujeme pohyb vlhkosti ve zdivu směrem k líci zdiva a umožňujeme přeměnu vztlínající vody na plynnou fázi. Zároveň se zamezí výskytu solí v krystalické formě na povrchu omítky tím, že se zachytí v pórech malty. V současné době je na našem trhu velké množství průmyslově vyráběných malt k nejrůznějšímu použití.

Historicky nejstarší jsou hliněné malty, poté následovaly malty sádrové a nakonec malty vápenné. [27]

1.5 Degradace konstrukcí z nepálených cihel

Degradaci nepálených cihel zapříčiňuje celá řada faktorů. Poškození cihel může být způsobeno mrazem, krystalizací solí a působením vody, především té vztlínající. Díky působení vody dochází ve struktuře nepálených cihel k hydrolyze a v důsledku toho cihly pozvolna ztrácejí pevnost. [27]

Nejčastějšími problémy v konstrukcích z nepálených cihel jsou: [25]

- nízká kvalita základového a sklepního zdiva (neložný kámen, hliněná malta),
- základová spára často ležící v zámrazné hloubce,
- nadměrná nerovnoměrnost sedání základů na podmáčeném podloží,
- absence nebo celková degradace a nefunkčnost vodorovných hydroizolací,

- z důvodu úspornosti ponechání části zdiva z vepřovic a dozdění již z cihel pálených,
- degradace zdiva jako důsledek častých průniků vlhkosti,
- fyzikálně - mechanické vlastnosti malty téměř neměřitelné,
- při nadstavbách přetěžování konstrukcí původního (staršího) podlaží,
- nerovnoměrné deformace svislých konstrukcí, provedených z různých materiálů,
- naklánění stěn objektů jako důsledek nedostatečné vodorovné tuhosti objektu.

2 VADY A PORUCHY ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

2.1 Definice používaných termínů

Při popisu vad a poruch je nutné terminologicky rozlišit: [2]

- vady - poškození konstrukce, které nesnižuje její únosnost,
- poruchy - takové poškození konstrukce, které se projevuje snížením statické spolehlivosti (únosnost, průhyb, kmitání) celé konstrukce nebo její části,
- opravy - odstranění částečného fyzického opotřebování nebo poškození různých částí konstrukce,
- rekonstrukce - stavební úpravy, které mají za následek změnu technických parametrů konstrukce, či úpravu konstrukce novými prostředky do původních parametrů,
- modernizace - stavební úpravy, při kterých se části konstrukce nahrazují konstrukcemi modernějšími, nemění se však způsob využití; bývají obvykle spojeny s rekonstrukcí.

2.2 Vlhkost zdiva

Vlhkost zdiva objektů vyvolává mnoho nežádoucích a nebezpečných problémů. Může to být zhoršení mikroklimatu interiéru, výskyt plísní, poruchy omítek i zdiva, ale hlavně snižování pevnosti materiálů, případně tvorba solných výkvětů. Vlhké prostory jsou nevhodné k uskladňování předmětů a mikroorganismy žijící ve vlhkém prostředí mohou vyvolávat závažná onemocnění.

Mezi hlavní zdroje zvyšující vlhkost vedoucí k degradaci a estetickému poškození materiálů v konstrukci působením patří: [1]

- srážková voda:
 - hnaná větrem – dešťové kapky zasahují zdi na návětrné straně, kde vlivem tlaku nárazu prostupují do struktury zdiva;
 - odstříkující vodou – zasaženy jsou převážně spodní části soklového zdiva; které mají nesprávně řešené detaily (chodník bez sklonu od stěny objektu);

- voda prostupující průduchy komínu – dochází k prostupu vody, pokud není komín chráněn zastřešením;
- vzlínající voda – konstrukce přijímá vlhkost ze zeminy, která ji obklopuje a je závislá na několika aspektech (na kapilárních a sorpčních vlastnostech zdiva, množství vody v kontaktu se zdivem, na velikosti a tvaru pórů zemin);
- kondenzující voda na vnitřním povrchu konstrukce;
- voda působící hydrostatickým tlakem;
- hygroskopicitu stavebního materiálu;
- zabudovaná technologická vlhkost;
- další zdroje zvyšující vlhkost.

2.2.1 Metody zkoušení vlhkosti

Zjišťování vlhkosti můžeme rozdělit na:

- **destruktivní** – při určování vlhkosti je odebrán vzorek materiálu;
- **nedestruktivní** – vlhkost se stanovuje nejčastěji pomocí příložného přístroje nebo přímým zabudováním měřicího čidla do zkoušeného materiálu;
- **přímé** – měří se množství vody v materiálu, které je odděleno od pevné fáze;
- **nepřímé** – závisí na měnící se vlhkosti materiálu, podle které se měří konkrétní fyzikální veličina (elektrický odpor, tepelná vodivost, elektrická kapacita, pohlcování γ – záření atd.), měří se nedestruktivně, ale pouze několik milimetrů do hloubky, a jelikož metoda není příliš přesná, je proto předem nutné provést kalibraci.

Vlhkosti materiálů se určují pomocí níže uvedených metod [1]:

- **Gravimetrická (vážková) metoda** – podstata metody spočívá v oddělení vody od pevné fáze (materiálu) a zvážení její hmotnosti. Je vyjádřena podílem

hmotnosti vypařené vody a hmotnosti pevné fáze, tedy jako hmotnostní vlhkost. Mezi výhody patří možnost použití u jakéhokoliv materiálu a nemusí se tvořit kalibrační křivka. Proto je tato metoda považována za univerzální. Je využívána ke kalibraci přístrojů níže popisovaných nepřímých metod. Tato metoda je popsána v ČSN 72 1080 a stanovuje se dle rovnice (1):

$$u = \frac{m - m_0}{m_0} = 100 \cdot \frac{m - m_0}{m_0} \quad (1)$$

, kde :

u... hmotnostní vlhkost [-, %];

m... hmotnost zkoušeného vzorku [kg];

m₀... hmotnost vysušeného zkoušeného vzorku [kg].

- **Karbidová metoda** – se řadí mezi hlavní chemické metody. Principem této metody je chemická reakce vody s karbidem vápníku, vyjádřená vztahem (2):



Při styku karbidu vápníku s vodou dojde k okamžité reakci a vznikne acetylen. Při této reakci tedy vzniká tlak plynu. Výhodou karbidové metody je možnost provedení přímo na stavbě a rychlé určení vlhkosti zdiva. Odebraný vzorek se zváží a poté vloží do ocelové tlakové láhve s manometrem. Do láhve ke zkoušenému vzorku se přidá ampulka karbidu vápníku a ocelová kulička. Láhev se uzavře a pár minut se s ní třese, dokud ocelová kulička nerozdrtí ampuli karbidu vápníku. Ampulka okamžitě začne reagovat s vodou obsaženou ve vzorku. Poté se počká na ustálení hodnoty tlaku na manometru a hmotnostní vlhkost pak stanovíme (pomocí hmotnosti vzorku a odečteného tlaku) z tabulky. [8]

- **Elektrické metody** – jsou to nepřímé metody sloužící určování vlhkosti materiálů, které měří vlhkost na základě změn hodnot elektrických veličin. Kromě vlhkosti reagují také na jiné fyzikální a chemické vlastnosti, proto se každé elektrické zařízení na měření vlhkosti kalibruje na předem určený stavební materiál. Elektrické metody (vlhkoměry) slouží hlavně pro rychlé a orientační hodnoty vlhkosti a měří maximálně do hloubky 30 až 50 mm. Mezi elektrické

metody patří níže uvedená odporová a kondenzátorová metoda, které se osvědčily pro měření povrchové vlhkosti zdiva.

- **Odporová metoda** – principem metody je měření elektrického odporu vlhkého materiálu, který se s vlhkostí mění. Vlhkostní měření závisí hlavně na teplotě, na rozložení vlhkosti, obsahu solí v měřeném materiálu a vlastnostech měřících přístrojů atd. S přesnými výsledky lze počítat pouze u nezasolených materiálů s maximální hmotnostní vlhkostí do 6 % a s přibližně stálou teplotou. Se zvyšujícím obsahem solí a vlhkostí materiálu přesnost měření klesá. Elektrický odpor R_E [Ω] je závislý na hmotnostní vlhkosti u a platí pro něj vztah (3):

$$R_E = \frac{a}{wb} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (3)$$

, kde:

T ... teplota [$^{\circ}\text{C}$];

w ...vlhkost zdiva

α ... koeficient teplotní změny elektrického odporu[-];

a , b ... konstanty závislé na chemickém složení pórové vody, na vlastnostech tuhé fáze a na objemové hmotnosti [-].

- **Kapacitní metoda** – principem metody je měření vlhkosti pomocí měření kapacity kondenzátoru, která se mění v závislosti na vlhkosti zkoušeného vzorku. Tento vzorek tvoří dielektrikum kondenzátoru. Výhodou je, že na výslednou vlhkost má nepatrný vliv teplota a obsah rozpuštěných solí v materiálu. Při nízkých vlhkostech do 6 % dostáváme poměrně přesné hodnoty. Se zvyšující se vlhkostí přesnost výsledků klesá. Metoda je závislá na relativní permitivitě materiálu ϵ_r [Fm^{-1}] a je vyjádřena vztahem (4):

$$\epsilon_r = \frac{A}{(B - u)^2} \quad (4)$$

, kde:

u ... hmotnostní vlhkost [kg];

A,B... konstanty závisle převážně na objemové hmotnosti měřeného materiálu a jeho pórovité struktuře [-].

2.2.2 Vlhkostní parametry

Při zkoušení stavebních materiálů se vlhkost většinou uvádí jako: [8]

- **Vlhkost hmotnostní u [-,%]** - vyjádřena jako podíl hmotnosti vypařené vody a hmotnosti suchého vzorku. Vypočte se podle vztahu (1):

$$u = \frac{m - m_0}{m_0} = 100 \cdot \frac{m - m_0}{m_0} \quad (1)$$

, kde:

u ... hmotnostní vlhkost [-, %];

m ... hmotnost zkoušeného vzorku [kg];

m_0 ... hmotnost vysušeného zkoušeného vzorku [kg].

- **Objemová vlhkost ψ [-,%]** - se vyjadřuje podílem objemu odpařené vody a objemu suchého vzorku materiálu dle vztahu (5):

$$\psi = u \cdot \rho_0 = \frac{\rho_0}{\rho_w} [-] \quad (5)$$

, kde :

ρ_0 ... objemová hmotnost suchého vzorku [kg/m³];

ρ_w ... hustota vody (při teplotě 23 °C $\rho_w = 997,6$ kg/m³);

u ... hmotnostní vlhkost [-, %].

- **Měrná objemová hmotnost w [kg/m³]** - vyjádřitelná dle vztahu (6):

$$w = u \cdot \rho_0 = u \cdot \frac{m_0}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (6)$$

, kde :

V ... objem zkušebního vzorku stanovený z lineárních rozměrů [m^3];

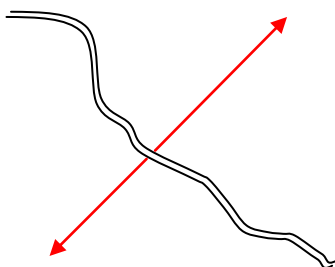
ρ_0 ... objemová hmotnost suchého vzorku [kg/m^3];

u ... hmotnostní vlhkost [-,%];

m_0 ... hmotnost vysušeného zkoušeného vzorku [kg].

2.3 Trhliny ve zděných konstrukcích

Vznik trhlin je jedním z hlavních a viditelných ukazatelů možných poruch na zděné konstrukci (stěně, sloupu, pilíři, přičce, obvodovém plášti). Trhliny jsou viditelným projevem namáhání (Obrázek 2), které překročilo mez pevnosti daného materiálu. Každá trhlinka svědčí o pohybu příslušné části stavby. [6] Dále může docházet k místnímu drcení cihel nebo maltu. Vzhled trhliny, její tvar, rozměry, vzájemná poloha a průběh vedou k zjištění pravděpodobných příčin jejího vzniku. Spolupůsobení většího počtu příčin obvykle znesnadňuje správnost posouzení. Poloha a směr trhlin závisí na pevnosti jednotlivých složek zdiva, jeho vlhkosti, na stavu napětí ve zdivu, na vazbě zdiva, na míře vyplnění spár maltou a na způsobu děrování kusových staviv. Vlivem mnohotvárnosti kusových staviv je obecný popis vzniku trhlin ve zdivu dosti obtížný. Navíc trhliny mohou procházet cihlami, maltou ve spárách, ale i kontaktní plochou cihel s maltou. Důležitý je taktéž charakter zatížení. Tahové trhliny vznikají ve směru tlakových trajektorií, tj. ve směru kolmo na hlavní tah, smykové trhliny v místech, kde smykové napětí při určité složce normálového napětí dosáhne mezní hodnoty, porušení tlakem jsou obvyklé v místě koncentrace extrémních normálových napětí v tlaku [4].



Obrázek 2- trhlinka

Trhliny můžeme rozdělit z několika hledisek [6]:

- **z hlediska pohybu:**
 - aktivní,
 - pasivní,
- **z hlediska závažnosti:**
 - estetické (vzhledové), vznikají například vysycháním omítek, tvrdnutím malty atd.,
 - významné staticky, či technicky – většina trhlin aktivních a široké trhliny pasivní,
- **podle způsobu namáhání:**
 - tahové – jsou charakteristické svým rozevřením a téměř neporušenými okraji zdiva v místě trhliny,
 - tlakové – jsou charakteristické drcením materiálu a odlupování omítky v místě trhliny,
 - smykové – jsou charakteristické posunem částí zdiva a porušenými okraji zdiva v místě trhliny.

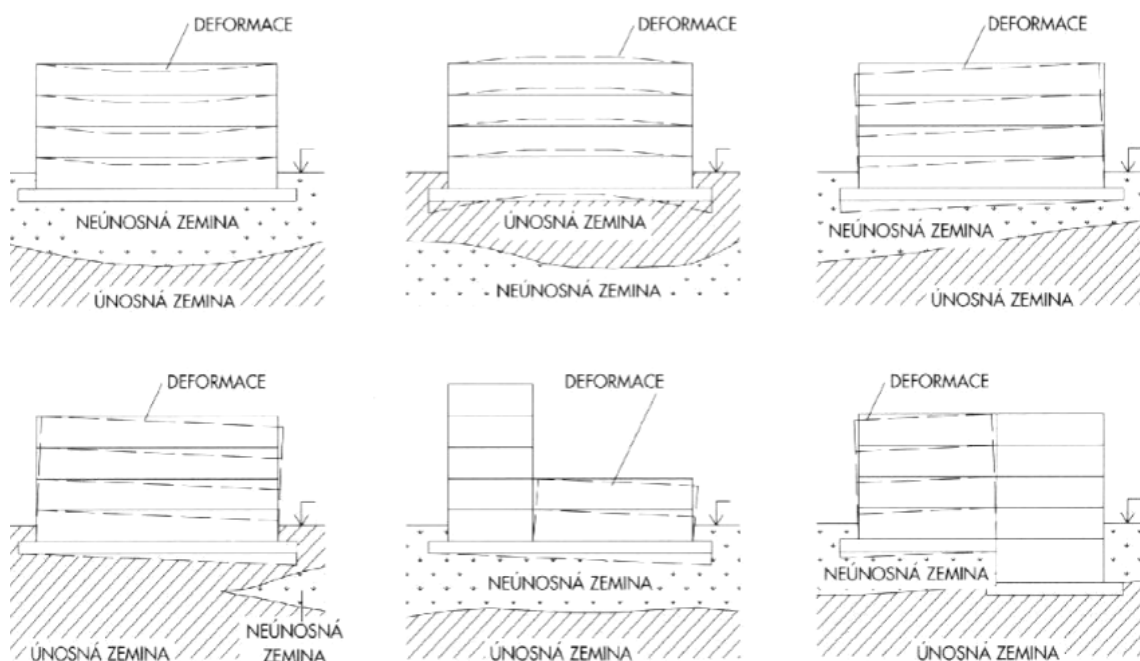
2.3.1 Příčiny trhlin ve zděných konstrukcích

Trhliny v cihelném zdivu, které signalizují porušení stability zdí, vznikají nejčastěji z nedostatečně dimenzovaných nebo špatně provedených základů, případně jejich pozdějším poškozením vnějšími či vnitřními vlivy nebo z přetížení cihelných pilířů či zdí. Je-li poklesávání základů pomalé, vznikají trhliny obvykle schodovitě, jen ve spárách. Při větším namáhání vznikají i trhliny v cihle a označují se jako staticky významné. Mezi nejčastější příčiny trhlin patří [9]:

- trhliny způsobené nerovnoměrným sedáním v základové spáře,
- trhliny ve zdivu, které byly způsobeny nedostatečnou hloubkou základů,
- trhliny vzniklé v důsledku technické seismicity,
- trhliny vzniklé v důsledku teplotních změn,
- přetížení cihelného zdiva.

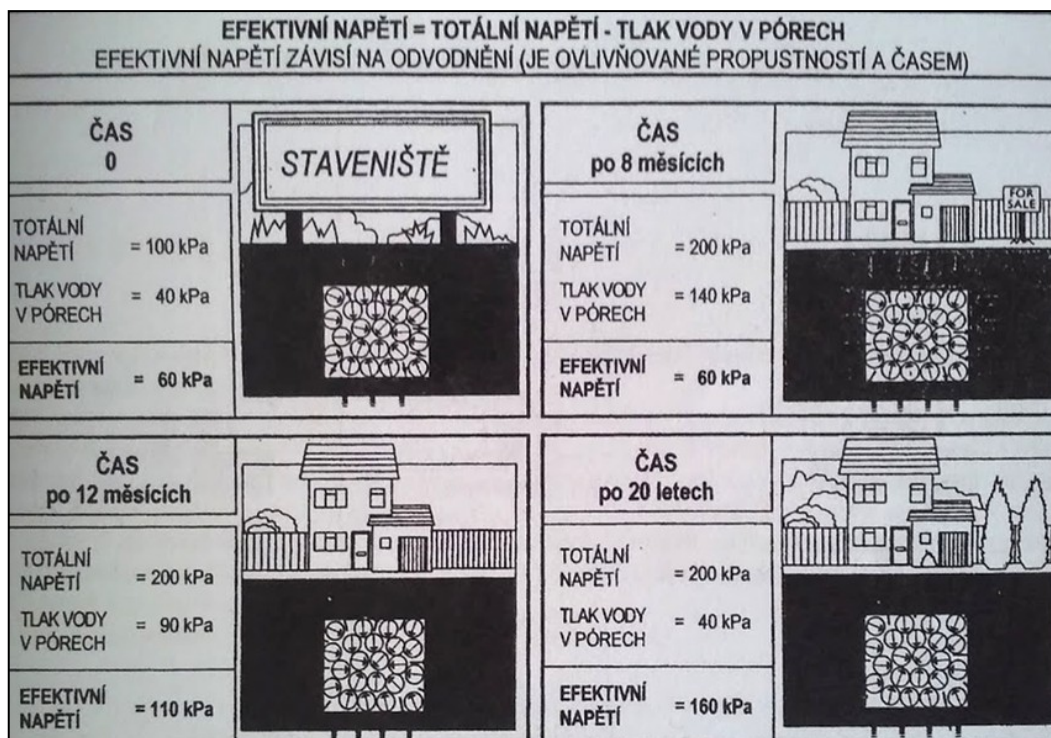
2.3.2 Trhliny způsobené nerovnoměrným sedáním v základové spáře

Nerovnoměrné sedání může značně narušit stavbu a vzniká například nestejnoměrnou stlačitelností, nestejnorodým složením základové půdy a různou mocností vrstev. Příklady porušení budov různými vlivy nerovnoměrného sedání základových půd jsou uvedeny na Obrázku 3. [9]



Obrázek 3 - Deformace budov vlivem různé mocnosti vrstev podloží [9]

Stavba sedá i při malých namáháních základové půdy, neboť i vlastní tíha stavby způsobuje stlačení základové půdy. Dovolené namáhání základové půdy není absolutní mezí, odvislé jen od vlastností základové půdy, ale je závislé také na rozměrech a uspořádání stavby. Jakýmkoliv vnějším zásahem do stavby (nástavbou nebo přístavbou budov atd.), může vzniknout dodatečné nerovnoměrné sedání nebo naklonění budovy, projevující se následně vznikem trhlin na konstrukcích (Obrázek 4).



Obrázek 4- Efektivní napětí v základech

2.3.3 Sledování a měření trhlin

Při ověřování stavu poruch musíme zjistit jejich základní charakteristiky, konkrétně tvar, šíře a pravděpodobný způsob vzniku. Dále musíme zjistit, zda jsou trhliny aktivní (jsou stále v pohybu) nebo pasivní (bez dalších pohybů). [2]

Na nosném zdivu je většinou provedena povrchová úprava např. omítka, kontaktní zateplovací systém provětrávaná fasáda atd. Pro zjištění přesné příčiny poruchy, je třeba povrchovou úpravu odstranit a dostat se až na samotné zdivo. Každá stavba je atypickým prvkem, může být velice nesourodá a složená z několika různorodých materiálů, během své životnosti je vystavena klimatickým podmínkám, může být založena na různém podloží atd. Z tohoto důvodu je porucha většinou zapříčiněna spolupůsobením několika vlivů, což velice ztěžuje odhalení původu vzniku.

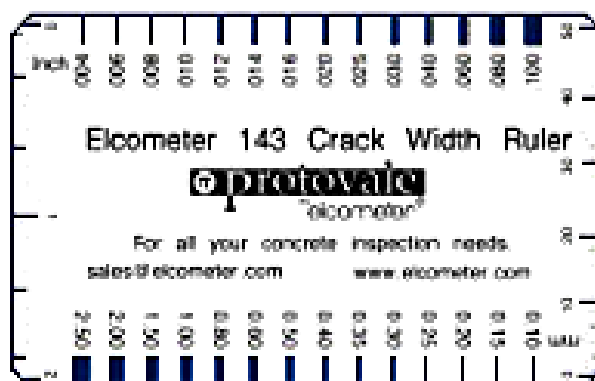
Při průzkumu trhlin ve zděných prvcích budov musíme zjistit [4]:

- současný stav trhliny (na čistém zdivu, zbaveném omítek, nátěrů apod.),
- vzájemné posunutí okrajů trhlin,

- příčinu trhlin podle charakteristických znaků (směr, vzájemná poloha, stav jejich okrajů, drcení materiálu),
- polohu trhlin, jejich průběh, délku, šířku, hloubku,
- jakou soustavu tvoří trhliny po celé výšce budovy,
- zda je budova průběžnými trhlínami rozdělena na dvě nebo více částí,
- zda jsou trhliny stabilizované či nikoliv, tzn. jejich časovou proměnlivost (rozevírání, zavírání),
- zhodnotit možný vliv vody v jakémkoliv skupenství na jednotlivé konstrukce i podzákladí (hydrogeologie).

2.3.4 Přístroje a pomůcky pro sledování trhlin

- **Sádrové destičky** - primárně slouží pro určení aktivity trhlin. Sádrová destička má mít tloušťku 8 -10 mm a trhlínu musí na každé straně přesahovat o 80 – 100 mm. Před provedením sádrové destičky musíme zdivo zbavit omítky, nebo jiných povrchových úprav, jelikož se destička osazuje přímo na zdivo. Před samotným provedením sádrové destičky zdivo navlhčíme, aby řádně k němu sádra přilnula. Po provedení destičku označíme a opatříme datem. Pokud je konstrukce v pohybu trhlina se objeví i v sádrové destičce.
- **Vizuálně pomocí šablony** - měří se vizuálním porovnáním měřené a nakreslené šířky trhliny (Obrázek 5).



Obrázek 5-Karta na měření šířky trhliny

- **Pomocí lupy se stupnicí** - jedná se o lupu, která je vybavena měřítkem pro odečet šířky trhliny. Pomocí lupy je také možné sledovat stav okrajů trhliny.
- **Pomocí mikroskopu** – jehož použití umožňuje detailní zobrazení trhliny. Navíc lze mikroskop propojit s digitální kamerou nebo fotoaparátem. Vzniklé snímky pak můžeme vyhodnotit pomocí vhodného softwaru. Pomocí mikroskopu se dá sledovat i stav okrajů trhlín.
- **Pomocí tenzometrů** - umožňuje záznam změn šířky trhliny.
Tenzometry dělíme na [7]:
 - **Mechanické** - jsou konstruovány buď pro přímé měření poměrné deformace indikátorovými hodinkami, nebo mají pro zvýšení citlivosti hlavně u menších odměrných délek pákové zvětšení pohybu. Princip mechanických tenzometrů je takový, že nastává-li na materiálu pod tenzometrem deformace způsobená působením napětí, změní se i celková vzdálenost dotykových břitů. Tato změna se přenese pohybem nosníků k úchylkoměru, kde se projeví jako změna čtení.
 - **Strunové** - principem činnosti strunových tenzometrů je určování frekvence vlastních kmitů ocelové struny předpjaté mezi dvěma pevnými body, jejichž vzdálenost tvoří měrnou délku tenzometru. Reálný strunový tenzometr má strunu krytou v trubce a koncové hlavy uzpůsobené buď pro montáž na povrch objektů či pro instalaci do stavebních materiálů.
 - **Odporové** - princip funkce odporových snímačů spočívá ve změně odporu snímače způsobenou změnou délky. Odporové tenzometry se lepí na povrch konstrukce speciálními lepidly. Povrch musí být předem dokonale připraven – u běžných povrchů musí být odstraněny všechny nátěry, koroze i chemické vrstvy, dále musí být dobře odmaštěn a odpovídajícím způsobem vyhlazen.

2.4 Degradace zdiva

Příčiny degradace zdiva je možno pro přehlednost rozdělit do tří hlavních skupin: [31]

- Fyzikální degradace je spojena s takovými degradačními ději, při nichž je materiál vystaven různým silám a tlakům (vně i uvnitř materiálu), jež poškozují jeho

strukturu. Vznik těchto sil nejčastěji souvisí se změnami teploty, působením vody, mechanickými vibracemi, oděrem povrchu apod.

- Chemická degradace - zahrnuje děje, při nichž se mění chemické složení materiálu nebo některé jeho složky reakcí s okolím (s vodou, s nečistotami z atmosféry nebo ze vzlínající vody, s metabolickými produkty živých organismů, při nevhodném konzervátorském zásahu apod.). K této degradaci řadíme i působení solí. Výsledkem probíhající chemické koroze je zpravidla změna barvy, objemu, struktury, především ale zvýšení rozpustnosti napadené složky.
- Biologická degradace (biodegradace, biokoroze) - zahrnuje degradační procesy vyvolané či podmíněné působením živých organismů. Jejich působení se však ve své podstatě projevuje jako fyzikální degradace (např. vrůstání kořenů nebo houbových vláken do substrátu) nebo chemická koroze (rozpouštění substrátu „lišejníkovými“ kyselinami apod.), tzn. vznikem tlaků, působících na materiál nebo chemickou přeměnou některé ze složek.

3 STAVEBNĚ – TECHNICKÝ PRŮZKUM

Stavebně technický průzkum (dále jen STP) se provádí za účelem zhodnotit stav stavebních konstrukcí na základě provedených zkušebních metod. Průzkum se může týkat jak celých konstrukcí, tak jejích částí, resp. i stavebních materiálů, ze kterých je konstrukce zhotovena. Nejčastější případy, kdy se STP vyžaduje a je vhodné jej použít, jsou následující: [10]

- zjištění příčin a závažnosti poruch objektu,
- rekonstrukce,
- nástavba nebo přístavba objektu,
- změna vlastníka objektu,
- nová výstavba v těsném sousedství.

Rozsahy STP se od sebe liší a je nutné jej přizpůsobit stavu a povaze zkoumaného objektu, druhu plánovaných stavebních úprav apod. Výsledkem je pak průzkum s konkrétními náležitostmi, který může být zpracován ve třech stupních:

- 1) Předběžný STP charakterizuje shromáždění veškerých informací, týkajících se:
 - dějin objektu,
 - vývoje provozního využití,
 - stavebních změn,
 - návaznosti na nejbližší okolí a územní celek včetně ekologických vazeb,
 - konstrukčních charakteristik včetně uvedení provozních a konstrukčních vad a poruch.

Součástí tohoto průzkumu je předběžná prohlídka objektu. Předběžný stavebně technický průzkum se provádí za plného provozu objektu před zahájením projekční přípravy a specifikuje se zde druh, rozsah a kvalita dalších informací, které je nutno získat pro další rozhodovací fáze. [10]

- 2) Podrobný STP konkretizuje a doplňují informace získané předběžným průzkumem, např. druh a kvalitu materiálů konstrukcí, jejich fyzikálně – mechanické vlastnosti. I statické parametry konstrukcí. Současně doplní základní průzkum o:

- zpracování statických výpočtů a projektové dokumentace,
- aktualizaci skutečného stavu stávajícího objektu,
- konkretizaci geologického profilu podloží včetně hydrogeologických poměrů,
- fotografickou dokumentaci stávajícího stavu,
- specifikaci možných příčin zjištěných vad a poruch konstrukcí,
- specifikaci hodnocení jednotlivých konstrukcí a materiálů, vyžadující aplikaci destruktivních, ale i nedestruktivních průzkumných metod. [10]

Veškeré činnosti této etapy průzkumu objektů je vhodné provádět bez výraznějšího narušení provozu. Získané informace je nutné zpracovat v takové úrovni, aby byly dostatečným podkladovým materiálem pro zpracování projektové dokumentace. [10]

- 3) Doplnkový STP slouží hlavně k doplnění informací, které jsou nově vyžadovány nebo se vyskytly okolnosti, které si žádají detailnější informace nebo je třeba použití náročnějších metod atd.

Tato konečná fáze průzkumu se provádí často již ve vyklizených objektech připravených k zahájení realizačních zásahů, ale může být prováděn i během užívání konstrukce. Způsob provádění průzkumu zahrnuje často destruktivní metody vyžadující odběr vzorků a jejich vyhodnocení v laboratoři, případně aplikaci ne zcela běžných měřících technik.

Součástí stavebně technického průzkumu může být i posouzení příslušných ekonomických parametrů. Stavební objekt má svoji pořizovací hodnotu, svoje opotřebení i zůstatkovou cenu. Veškeré rozhodování o rekonstrukci, modernizaci a opravě by mělo brát vždy v úvahu ekonomické faktory, zejména výši nákladů na rekonstrukci s ohledem k zůstatkové ceně objektu.

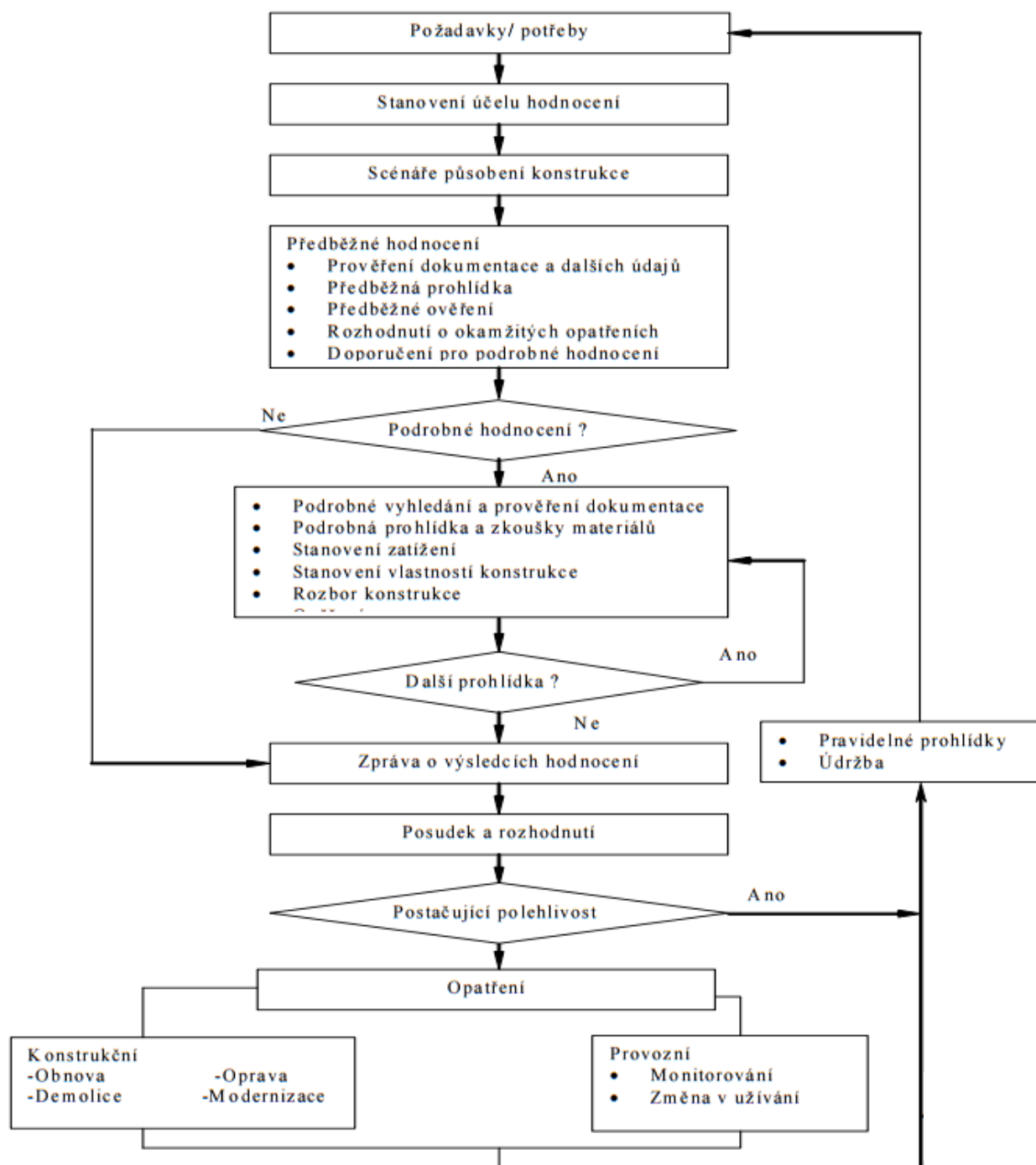
Finálně by měla být zpracována zpráva, která má zahrnovat popis a zhodnocení stavu konstrukce.

Přesné postupy pro provádění STP uvádí norma ČSN ISO 13 822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. Postup hodnocení obsahuje následující kroky, které umožňují provádět hodnocení s ohledem na současný stav konstrukce (Obrázek

6). Postup přitom závisí na účelu hodnocení a na specifických okolnostech, např. na využívání konstrukce, novém využití konstrukce, či zjištěných škodách. [10]

Postup hodnocení dle ČSN ISO 13822:

- 1) Stanovení účelu hodnocení
- 2) Scénáře
- 3) Předběžné hodnocení:
 - a) studium dokumentace a dalších údajů
 - b) předběžná prohlídka
 - c) předběžné ověření
 - d) rozhodnutí o okamžitých opatřeních
 - e) doporučení pro podrobné hodnocení
- 4) Podrobné hodnocení:
 - a) podrobné vyhledání a prověření dokumentace
 - b) podrobná prohlídka a zkoušky materiálů
 - c) stanovení zatížení
 - d) stanovení vlastností konstrukce
 - e) analýza konstrukce
 - f) ověření.
- 5) Výsledky hodnocení:
 - a) zpráva
 - b) koncepční návrh konstrukčních opatření
 - c) řízení rizik
- 6) V případě potřeby se postup opakuje



Obrázek 6- Schéma hodnocení existujících konstrukcí [10]

Tento postup je možné použít jak pro hodnocení jedné určité konstrukce, tak pro hodnocení skupiny konstrukcí. Při zpracování STP se využívají různé diagnostické metody, které lze dělit dle několika hledisek. Především se dělí podle stupně poškození při testování diagnostikované konstrukce.

3.1 Diagnostické metody

Dělení diagnostických metod je poté následující: [10]

- 1) Nedestruktivní metody - testují materiál bez porušení konstrukce. Zkoušky těmito metodami se většinou provádějí přímo na konstrukci (metody IN SITU). Nedestruktivními metodami se potřebné informace zjišťuje nepřímě. Pokud pro jejich užívání neexistují normy, předpisy či jiné podklady, je nutno připravit soubor vzorků předepsaných či požadovaných vlastností odvozených od vlastností zkoušeného materiálu a na nich provést nedestruktivní a destruktivní zkoušky. Metodami matematické statistiky je potom nutno vytvořit kalibrační vztah, který lze použít pro vyjádření potřebné veličiny. Pro stanovení kalibračního vztahu je nutno vyzkoušet nejméně 16 vzorků, jejichž vlastnosti musí odpovídat zkoušenému materiálu zvláště co do rozpětí zjišťované charakteristiky (např. rozpětí pevnosti materiálu v tlaku).
- 2) Semidestruktivní zkoušky (částečně destruktivní) při aplikaci vzorek částečně poškodí, například vrtáním, odtrhy, apod. Toto porušení ovšem musí být takového stupně, aby byly zachovány funkční vlastnosti zkoušených prvků. Při STP velmi pečlivě volíme ta kontrolní místa na konstrukci, kde budeme provádět semidestruktivní zkoušky. Je třeba dbát na to, aby nedošlo k poškození historicky cenné konstrukce.

Mezi semidestruktivní metody patří: [22]

- odtrhové zkoušky:
 - odtrhy povrchových vrstev (bez nařezání),
 - odtrhy pro získávání válců pro zkoušení pevnosti podpovrchových a vnitřních vrstev, např. betonu v konstrukci,
- vrtací zkouška kombinovaná s úderem vrtáku pro stanovení pevnosti malty ve spárách zdiva,
- brusné nebo vrtné metody pro stanovení pevnosti betonu,
- vstřelovací metody pro určování pevnosti betonu z hloubky vstřeleného hřebu,
- tvrdoměrné metody např. odrazové, vtiskové, vnikací - špičákové metody stanovení pevnosti staviva vtloukáním špičáku do povrchu betonu nebo pracující na obdobném mechanickém principu apod.

- 3) Destruktivní metody potřebují pro provedení odběr větší části materiálu nebo jeho složek (většinou se jedná o neporušené vzorky) pro zkoušky fyzikálních i mechanických vlastností a pro laboratorní rozbor. Tyto zkoušky se provádějí ve zkušebně nebo v laboratoři. Zkoumané vlastnosti se těmito metodami zjišťují přímo. Obvykle je destruktivní metoda pro zkoušení materiálů normovaná. Při zkoušení vzorků odebraných z konstrukce je však v některých případech nutné metodiku poupravit (např. vzhledem ke tvaru odebíraných vzorků, podmínkám odběru).

Mezi destruktivní metody patří: [22]

- jádrové vývrty
 - určené ke stanovení pevnosti betonu nebo zdiva v tlaku,
 - určené k vylamovací zkoušce,
 - určené ke zkouškám propustností staviv pro kapaliny a plyny,
 - určené ke stanovení postupu karbonatace do nitra konstrukce,
- naříznutí zděné stěny pro vložení plochých lisů při zkoušení
 - napjatosti ve svislé stěně,
 - modulu pružnosti mezi dvěma plochými lisy,
- odebrání celých zdících prvků.

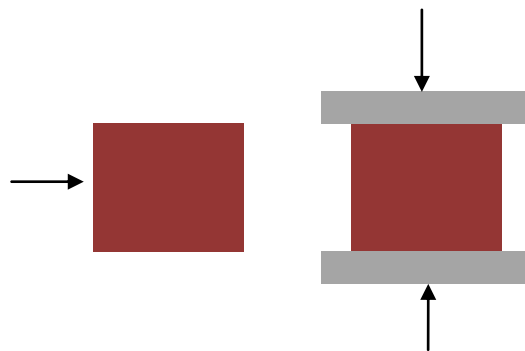
V případě této diplomové práce budou blíže popsány ty diagnostické metody, které byly konkrétně použity při diagnostickém průzkumu zaměřené převážně na zdící prvky z nepálených, ale i pálených cihel.

3.2 Kalibrační vztahy

Při porovnávání jednotlivých druhů měření se často využívají kalibrační vztahy. Kalibrační vztah je závislost mezi charakteristickou veličinou určité nedestruktivní metody, tzv. ukazatel nedestruktivní metody a hodnotou vlastnosti normalizované jiné než nedestruktivní zkoušky, tzv. ukazatel vlastnosti.

- Obecný kalibrační vztah – je odvozený z velkého prakticky dosažitelného počtu ukazatelů nedestruktivního měření a ukazatelů sledované vlastnosti zjištěných na zkušebních vzorcích různého složení materiálu.

- Směrný kalibrační vztah – je odvozený z většího počtu ukazatelů nedestruktivního měření a ukazatelů sledované vlastnosti zjištěných na zkušebních vzorcích z materiálu obvyklých pro sledovanou vlastnost.
- Určující kalibrační vztah – je vztah mezi ukazateli nedestruktivního měření a ukazateli sledované vlastnosti zjištěných na zkušebních vzorcích zhotovených z materiálu ze stejných složek, stejnou technologií, ale pro různé hodnoty sledované vlastnosti materiálu. Pro určující kalibrační vztah se předpokládá přibližně pravidelné rozložení hodnot sledované vlastnosti ve stejných intervalech se stejným počtem výskytu v prověřovaném oboru měřené vlastnosti.



Obrázek 7 – Pevnosti f_{NDT} a f_{DT}

Upřesněný kalibrační vztah nabývající hodnot 0 – 1 a vytváří koeficient na základě výsledku destruktivní a nedestruktivní zkoušky (Obrázek 7) dle vztahu (7):

$$\alpha = \frac{f_{DT}}{f_{NDT}} [-]. \quad (7)$$

,kde:

f_{DT} ... Pevnost v tlaku získaná destruktivní zkouškou [MPa];

f_{NDT} ... Pevnost v tlaku získaná nedestruktivní zkouškou [MPa].

- Úzký určující kalibrační vztah – je určující kalibrační vztah vytvořený pro rozsah jedné třídy materiálu [12].

4 DIAGNOSTIKA ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

4.1 Problematika posuzování původních zděných konstrukcí

Vzhledem ke značně kompozitní povaze cihelného zdiva je jeho posouzení ovlivněno vzájemným působením jednotlivých prvků v celku a může přinášet různé komplikace. Nejvýznamnější problémy starších zděných konstrukcí mohou být následující:

- nedostatečná prostorová tuhost zdiva – ve vodorovném směru není zdivo zajištěné buď vůbec, nebo pouze pomocí železných kovaných táhel;
- stavební zásahy v minulosti – zásadní přestavování některých konstrukcí, zeslabování průřezů nebo odstraňování částí nosného zdiva;
- složení zdiva – u masivního zdiva je dokonalá vazba pouze v povrchové vrstvě, uvnitř se pak nachází směs kamene prolitá maltou, případně velké dutiny až kaverny, další problémy způsobuje také smíšené zdivo (kámen, cihly);
- neprovázanost zdiva – vizuálně kompaktní zdivo je složeno z více navzájem neprovázaných vrstev;
- změny v užívání a změny v zatížení konstrukce;
- trvanlivost zdiva – ovlivněná vlivem střídavého zmrazování a rozmrazování, dále přítomností solí a kyselin, které rozrušují zdivo krystalizačními tlaky;
- vlhkost zdiva – zhoršuje provozně funkční vlastnosti konstrukce, snižuje únosnost a urychluje degradační procesy;
- poruchy, zejména trhliny – jejich rozvoj souvisí s většinou předcházejících problémů. [3]

4.2 Hodnocení existujících zděných konstrukcí

Zděnou konstrukcí se podle přílohy normy ČSN ISO 13822 rozumí stavební konstrukce, která je vyzděná ze zdících prvků na maltu pro zdění. Při hodnocení existujících zděných konstrukcí se postupuje dle platných norem pro navrhování zděných konstrukcí a pro výpočet zatížení. [17]

Na základě konzultací s objednatelem (vlastníkem, úřadem, pojišťovací společností, atd.) se musí stanovit účel hodnocení existující konstrukce z hlediska požadavků na její budoucí funkční způsobilost, která vychází z následujících funkčních úrovní: [17]

- úroveň bezpečnosti, která poskytuje uživatelům konstrukce odpovídající bezpečnost,
- úroveň trvale udržitelných funkčních vlastností, která poskytuje nepřetržitou funkčnost pro speciální konstrukce, jakými jsou nemocnice, významné budovy nebo klíčové mosty v případech zemětřesení, nárazu nebo dalších nepředvídatelných nebezpečí,
- požadavky objednatelů na speciální funkční vlastnosti, které se týkají ochrany vlastnictví (ekonomických ztrát) nebo použitelnosti. Úroveň těchto funkčních vlastností obvykle vychází z nákladů cyklu životnosti a zvláštních funkčních požadavků.

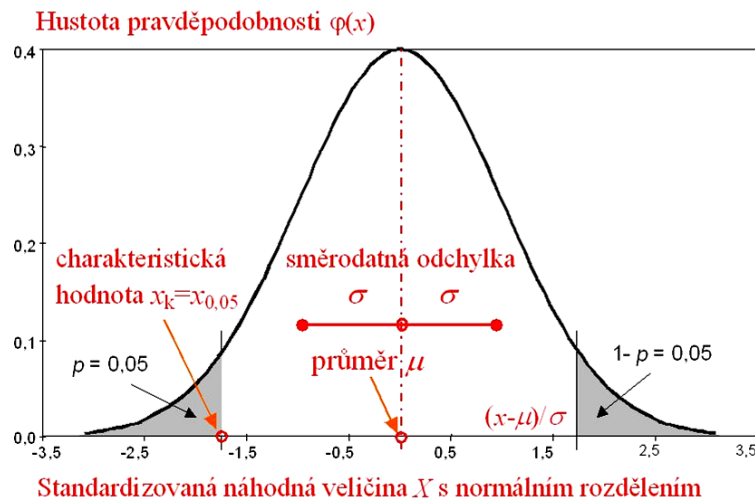
4.2.1 Postup hodnocení

Postup zkoumání stavebních konstrukcí záleží na účelů hodnocení (viz. kapitola 3) a na specifických okolnostech (např. na dostupnosti projektové dokumentace, na zjištěných škodách, na způsobu využívání konstrukce, atd.). Před zahájením hodnocení se doporučuje prohlídka stavby.

Hodnocení se provádí s ohledem na současný stav konstrukce a obecně se skládá z kroků a) až f) uvedených v kapitole 3. Výše uvedený postup se může použít jak pro hodnocení jedné určité konstrukce, tak pro hodnocení skupiny konstrukcí.

4.2.2 Charakteristická pevnost zdiva v tlaku

Pro navrhování a posuzování zděných konstrukcí je potřeba stanovit vlastnosti zdiva. Vlastnosti zdiva je možné stanovit buď zkouškami zdiva z konkrétních materiálů, nebo výpočtem podle vztahů uvedených níže v textu. Základní vlastností zdiva je charakteristická pevnost zdiva v tlaku. Tato pevnost zdiva závisí na pevnosti vlastních zdících prvků, na druhu a pevnosti zdící malty a na způsobu zdění. [21]



Obrázek 8- Charakteristická pevnost materiálů[21]

Pro statické výpočty je důležité stanovit charakteristickou pevnost zdiva. Tímto pojmem je označován 5 % kvantil základního souboru nebo jeho odhad (Obrázek 8). Charakteristická pevnost zdiva se stanoví podle vztahu (8): [21]

$$f_k = K * f_b^\alpha * f_m^\beta \quad (8)$$

kde :

F_k ...je charakteristická pevnost zdiva v tlaku pro zdivo s vyplněnými ložnými spárami $[N/mm^2]$;

K ...konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků, zařazení zdících prvků do skupin závisí na geometrických charakteristikách těchto prvků [-];

f_b ...normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků $[N/mm^2]$;

f_m ...průměrná pevnost malty v tlaku, uvažuje se nejvýše menší z hodnot $2f_b$ nebo 20 MPa; u zdiva s lehkou maltou a u zdiva s tenkými spárami se ověřuje, zda malta odpovídá minimální pevnostní třídě M5 $[N/mm^2]$;

α ...exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty, $\alpha = 0,65$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou, $\alpha = 0,85$ pro nevyztužené zdivo s maltou pro tenké spáry [-];

β ...exponent závislý na druhu malty, $\beta = 0,25$ pro obyčejnou maltu, $\beta = 0$ pro lehkou maltu a maltu pro tenké spáry [-].

Stanovení pevnosti zdiva podle tohoto vztahu je již ověřeno pro nejčastější uspořádání zdících prvků a to z plných cihel klasického formátu o průměrné pevnosti zdících prvků a obyčejné malty. Ve vazbě zdiva se předpokládá střídání běhounů a vazáků a pro toto uspořádání je hodnota konstanty $K = 0,5$. Pro ostatní druhy zdiva se součinitel K (stanovený podle ČSN P ENV 1996 – 1 – 1) upravuje s ohledem na zkušební metodu a použitý korelační vztah. [17]

4.2.3 Návrhová pevnost zdiva v tlaku

Charakteristická pevnost zdiva se vypočítá na základě vlastností zdících prvků a vlastností použité malty. Ovšem při hodnocení zdiva je potřeba zohlednit i další vlastnosti, které mají vliv na únosnost celé konstrukce. Mezi tyto vlastnosti patří především:

- vyplnění spár maltou,
- svislé a šikmé trhliny ve zdivu,
- zvýšená vlhkost zdiva,
- pravidelnost vazby zdiva.

Dále je potřeba zohlednit množství informací zjištěné průzkumem, což znamená, že záleží na použité zkušební metodě, počtu zkušebních míst, stupni odstranění omítky apod.

Návrhová pevnost zdiva v tlaku se spočítá jako podíl charakteristické pevnosti v tlaku f_k a dílčího součinitele zdiva γ_m . Součinitel zdiva γ_m se přitom určí následujícího vztahu (9): [17]

$$\gamma_m = \gamma_{m1} * \gamma_{m2} * \gamma_{m3} * \gamma_{m4} \quad (9)$$

,kde:

γ_{m1} ... je základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, která se pro zdivo z plných cihel uložených na obyčejnou maltu rovná 2,0; v ostatních případech je nutno součinitel stanovit rozbořem s ohledem na způsob zjištění pevnostních charakteristik;

γ_{m2}součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou: 0,85 $\leq \gamma_{m2} \leq 1,2$; dolní mez intervalu platí pro zcela pravidelnou vazbu a dokonalé vyplnění spár;

γ_{m3}součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti; pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 % do 20 % se součinitel určí interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$;

γ_{m4}součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu v intervalu $1,0 \leq \gamma_{m4} \leq 1,4$, dolní mez platí pro neporušené zdivo bez trhlin.

4.3 Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků

Základní vlastnosti zdících prvků, jako jsou např. objemová hmotnost, rozměry, tvar a pevnost v tlaku, se určují na vzorcích odebraných z vyšetřované konstrukce dle příslušné normy, nebo vhodnou nedestruktivní metodou po odkrytí povrchu zdiva. [3]

4.3.1 Pevnost v tlaku na vzorcích odebraných z konstrukce

Podle ČSN EN 772-1 se pevnost v tlaku zdících prvků určuje jako průměrná pevnost v tlaku stanoveného počtu vzorků celých zdících prvků. [3]

Odebírání zkušebních vzorků se provádí podle příslušné části EN 771, přičemž nejmenší počet je šest, ale ve specifikaci výrobku je možné požadovat zvýšení minimálního počtu vzorků podle velikosti konstrukce. Pokud mají zdící prvky větší rozměry, vyřezávají se reprezentativní části, např. krychle, z různých míst prvku. [11]

Pevnost v tlaku zdících prvků, která se uvažuje při návrhu, je normalizovaná pevnost v tlaku f_b . Tato pevnost se určí přepočtem pevnosti zdících prvků na pevnost ve stavu přirozené vlhkosti $(6 \pm 2)\%$, pokud v tomto stavu nebyla již stanovena. Následně se vynásobí součinitelem vlivu výšky a šířky zdících prvků δ dle Tabulky 2 [11]

Výška zdícího prvku (mm)	Nejmenší vodorovný rozměr zdícího prvku (mm)				
	50	100	150	200	250 nebo větší
50	0,85	0,75	0,70	0,70	-
65	0,95	0,85	0,75	0,75	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,90	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,10	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,25	1,10
250 nebo větší	1,55	1,45	1,35	1,35	1,15
Poznámka: Lineární interpolace je povolena.					

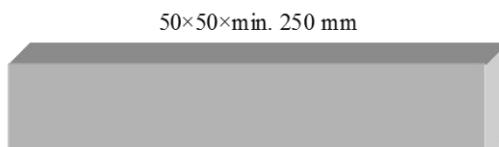
Tabulka 2- Součinitel vlivu výšky a šířky zdících prvků[20]

Podstatou zkoušky je uložení zkušebních vzorků, připravených potřebným způsobem, dostředně na tlačnou desku zkušebního lisu a následné působení rovnoměrně rozděleného zatížení na vzorek až do jeho porušení. Toto zatížení se zvyšuje plynule. [11]

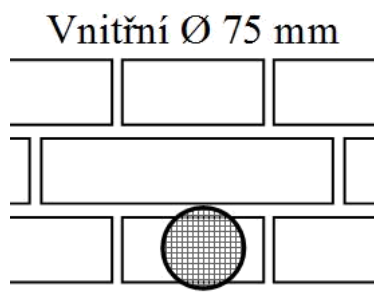
4.3.2 Pevnost v tlaku na tělesech vyrobených z jádrových vývrtů

Pokud je obtížné odebrat z konstrukce celé vzorky zdících prvků, je možné použít pro odběr vzorků jádrové vrtání. Vývrty jsou válcová zkušební tělesa, která lze získat z konstrukce díky jádrovým vrtákům. Takto získané vývrty jsou dále zkoumány, upraveny a zkoušeny v tlaku. [11]

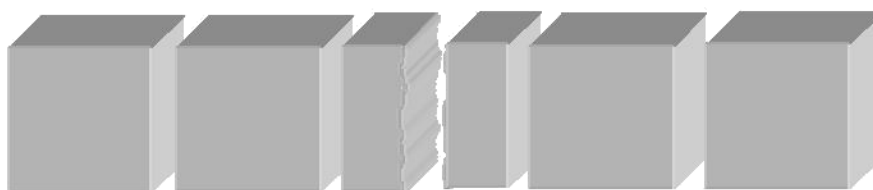
Nejčastěji se používají vývrty o průměru 75 mm, z kterých se vyrobí příslušná válcová, respektive hranolová tělesa (Obrázek 9). Směr jejich zatěžování v lisu ale není totožný se směrem zatížení v konstrukci, protože vývrty jsou většinou vodorovné. Jádrové vývrty jsou prováděny v průměru 75 mm do vazáku na celou délku cihly (Obrázek 10).



Obrázek 9 - Zkušební těleso 50 x 50 x 250 [3]



Obrázek 10 - Způsob odběru vývrty[3]



4 tělesa 50x50x50 mm

Obrázek 11 - Zkušební tělesa tvaru krychle $a = 50 \text{ mm}$ [3]

Z tohoto vývrty je možné vyrobit zkušební tělesa s příčným rozměrem $d = 50 \text{ mm}$ a lze je využít jak pro stanovení pevnosti v tlaku, tak i pro stanovení pevnosti v tahu za ohybu. Rozměry reprezentativního tělesa, ve tvaru hranolu, jsou optimálně $50 \times 50 \times 250 \text{ mm}$ (případně až 290 mm). Pro stanovení pevnosti v tlaku jsou potřeba 4 krychle o rozměrech $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}$, které lze získat po zlomení reprezentativního tělesa při ohybové zkoušce (Obrázek 11). Vzhledem k většímu počtu zkušebních krychlí, je možné získat pevnost z různých částí zdi i v různém vlhkostním stavu. [3]

4.3.3 Pevnost v tlaku zjištěná semidestruktivně – Kučerova vrtačka

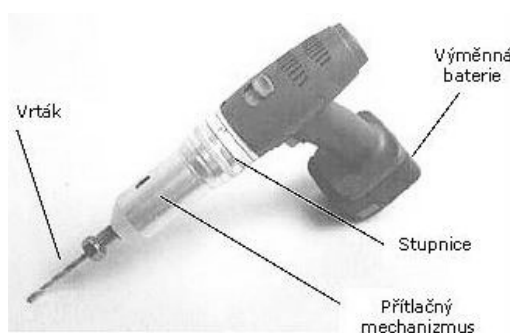
Metoda vychází ze vzájemného statisticky významného vztahu mezi pevností zdiva a odporem zdiva proti vnikání vrtáku při příklepovém vrtání vrtačkou s danými parametry. Rozdíl mezi běžnou a upravenou ruční vrtačkou je ten, že u upravené je navíc počítadlo otáček a tlačná pružina v opěrce o předepsané tuhosti, díky níž je zajištěn předepsaný příklep. Míra odporu je dána hloubkou vrtu vrtákem do zdiva o průměru 8 mm .

Pokud jsou použity obecné kalibrační vztahy, provedou se vrty při nastavení na stupeň 2 u vrtačky PZZ 01 (Obrázek 12). Při použití specifických kalibračních vztahů se nastavení

provede na stupeň, použitý pro kalibraci pro daný materiál (obdobně lze zkoušet i malty). Pomocí hloubkoměru se poté změří hloubka vrtu. Platné měření jsou ty, u nichž se hloubka vrtu d neliší od průměrné hloubky d_m ze všech tří vrtů o víc jak 30%. V případě, že tomuto kritériu nevyhovují dva z vrtů, zkušební místo se neuvažuje vůbec. V případě že nevyhovuje pouze jeden vrt, vyloučí se tento vrt z měření a nahradí se novým. Pokud ani nahrazení jednoho vrtu nesplní kritérium, toto zkušební místo se neuvažuje. Tyto naměřené hodnoty se porovnají s tabulkou 3 a jsou převedeny na hodnoty pevnosti v tlaku daného materiálu. [3]

Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]	Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]	Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]
2	23,8	12	9,7	22	7,2
3	19,5	13	9,3	23	7,0
4	16,9	14	9,0	24	6,9
5	15,1	15	8,7	25	6,7
6	13,8	16	8,4	26	6,6
7	12,7	17	8,2	27	6,5
8	11,9	18	7,9	28	6,4
9	11,2	19	7,7	29	6,3
10	10,7	20	7,5	30	6,2
11	10,2	21	7,4		

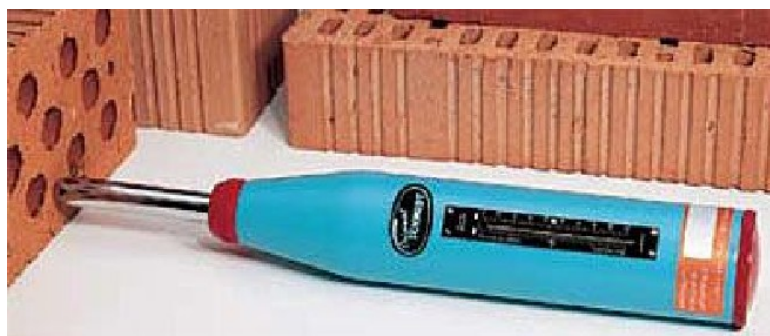
Tabulka 3- Kalibrační vztah pro cihly (stupeň 2) [22]



Obrázek 12 – Kučerova vrtačka [3]

4.3.4 Pevnost v tlaku zjištěná semidestruktivně – Schmidt LB

Zjišťování pevnosti v tlaku pomocí odrazového tvrdoměru Schmidt se řadí mezi tvrdoměrné metody. Tyto metody, které zkouší zdící prvky, jsou modifikací metod používaných pro beton. Pro zkoušení cihelných zdících prvků byl vyvinut typ odrazového tvrdoměru Schmidt LB (Obrázek 13). [30]

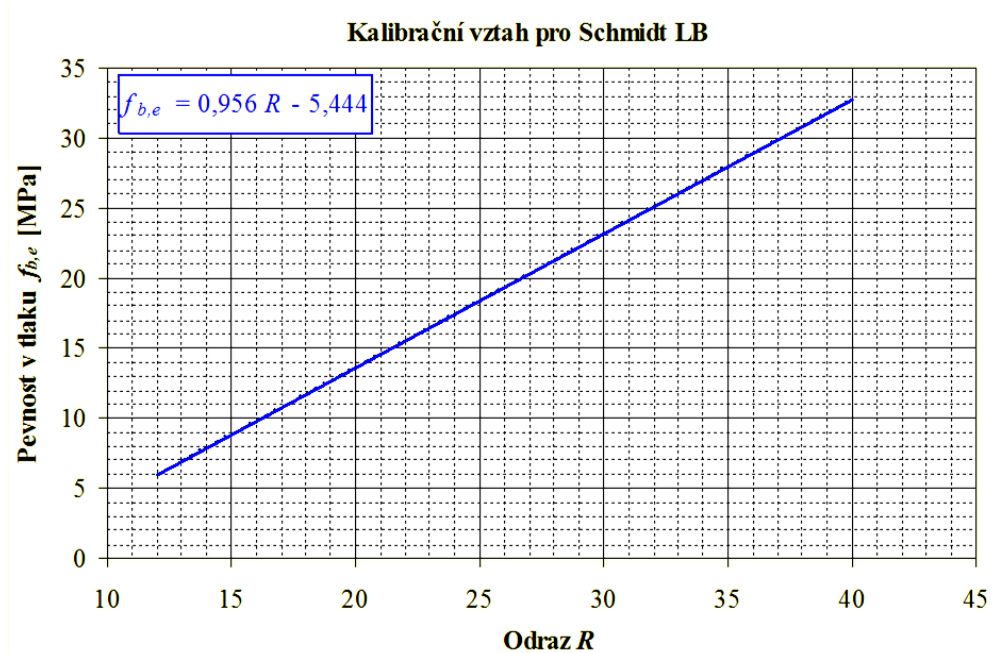


Obrázek 13- Tvrdoměr Schmidt LB – pro zkoušení cihelného zdiva. [3]

Rozdíl oproti tvrdoměru Schmidt L, který se využívá ke zkoušení betonu, je ve výrazně menším poloměru kulové plochy razníku.

Pro nové i staré cihly bylo vytvořeno několik kalibračních vztahů, protože v normách jsou uvedeny pouze kalibrační vztahy pro beton. Pracoviště, která se touto problematikou zabývala, jsou např. VAAZ Brno, FAST VUT v Brně a PÚDIS Praha. Provádění a vyhodnocování zkoušek pevnosti v tlaku cihel tvrdoměrem Schmidt LB se v podstatě neliší od metodiky pro Schmidt L pro beton, rozdílné jsou pouze kalibrační vztahy. Povrch cihly se nejdříve obrousí, dále se provede minimálně 5, nejlépe 10 měření odrazu. Pokud se hodnota jednotlivých platných měření liší od aritmetického průměru všech měření na jednom místě více než o $\pm 20\%$, vyloučí se a ze zbývajících platných měření, kterých musí být alespoň 5, se vypočítá nový aritmetický průměr odrazu R . Tato hodnota se následně použije pro stanovení pevnosti v tlaku $f_{b,e}$ dle kalibračního vztahu (Obrázek 14). Vztah mezi pevností cihel v tlaku a tvrdostí cihel se může lišit podle lokality a také podle vlastností povrchu zdiva, proto se obecný kalibrační vztah mezi těmito dvěma veličinami vždy upřesňuje pomocí upřesňujícího součinitele α . Upřesnění se provádí na celých zdících prvcích vyjmutých z konstrukce. Zkušební vzorky se před stanovením pevnosti v tlaku upnou do lisu a vyzkouší se tvrdoměrnou metodou. Zkoušení tvrdoměrnou metodou se většinou provádí

pouze na cihlách plných pálených, u tvarovek je výsledek zkreslený díky přítomnosti otvorů uvnitř prvku. [3]



Obrázek 14- Kalibrační vztah pro stanovení pevnosti v tlaku starých plných pálených cihel z hodnoty odrazu měřené tvrdoměrem Schmidt LB [30]

4.4 Stanovení pevnosti malty v tlaku

4.4.1 Metody pro zjišťování pevnosti malty v tlaku ve spárách

Stanovení pevnosti v tlaku malty ve spárách lze provést: [3]

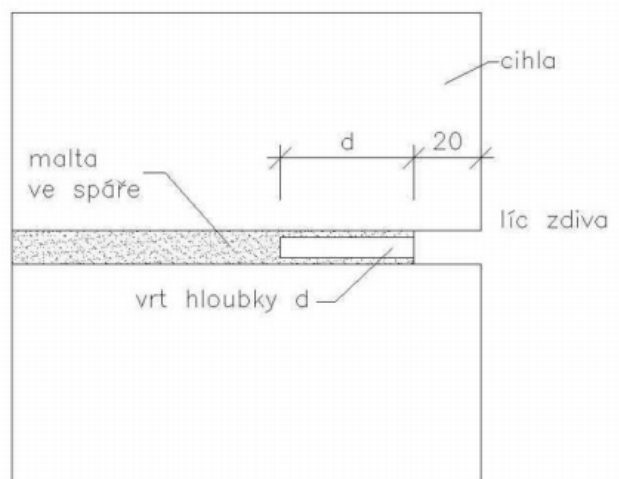
- semidestruktivními tvrdoměrnými zkouškami a jejich převodem na základě vhodných kalibračních vztahů, popř. podle hloubky vrypu odhadem;
- na základě obsahu pojiva, který byl stanoven chemickým rozborem;
- metodami lokálního porušení, např. upravenou příklepovou vrtačkou na základě kalibračních vztahů.

Nejrozšířenější v praxi je semidestruktivní metoda upravené vrtačky. Vzhledem k tomu, že byla tato metoda použita i v případě diagnostiky zdiva zkoumaného objektu bude dále následně popsána.

4.4.2 Stanovení pevnosti v tlaku malty ve spárách pomocí Kučerovy vrtačky

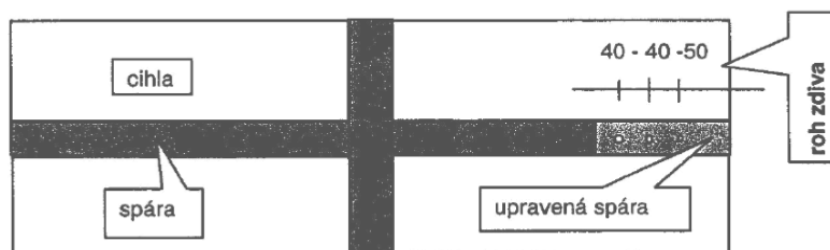
Metoda vychází ze vzájemného statisticky významného vztahu mezi pevností malty ve spárách a odporem malty proti vnikání vrtáku při příklepovém vrtání vrtačkou s danými parametry. Postup je obdobný jak u zkoušek zdicích prvků uvedený v kapitole 4.3.3. Hodnoty jsou avšak porovnávány s tabulkou 4, popřípadě s kalibračním vztahem (Obrázek 14).

V případě, že je zdivo omítnuto musí se odstranit omítka na ploše cca 200x150 mm, aby byly ložné spáry přibližně v podélné ose upravené plochy. V jedné ložné spáře se malta vyseká, resp. vyškrábe vhodným nástrojem zhruba 20 mm za líc zdiva kvůli odstranění omítky a zkarbonatované vrstvy (Obrázek 15). [22]



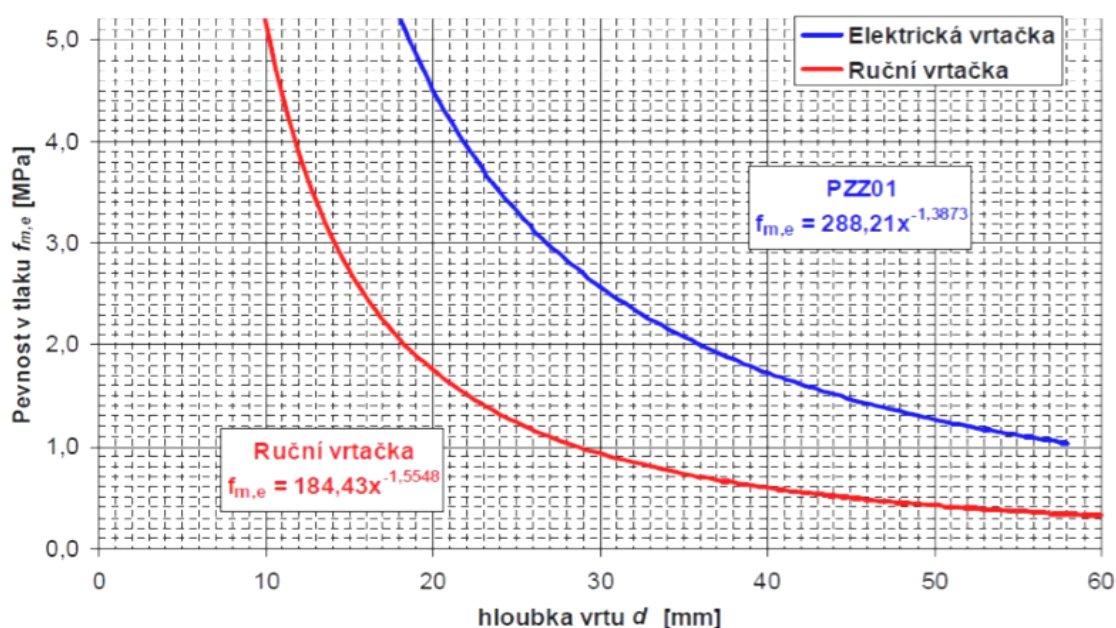
Obrázek 15 - Umístění vrtu ve spáře zdiva řez zdivem [17]

V upravené ložné spáře se následně provedou tři vrty navzájem vzdálené cca 40 mm a od případné hrany zdiva minimálně 50 mm (Obrázek 16).



Obrázek 16 - Rozmístění vrtů ve spáře a vzdálenosti od okraje [17]

Aritmetický průměr hloubky vrtu d_m , vypočítaný ze tří platných měření na jednom zkušební místě, se zaokrouhlí na 1 mm. Dále se v závislosti na průměrné hloubce vrtu d_m zjištěné z obecného kalibračního vztahu pro daný typ přístroje stanoví informativní hodnoty pevnosti malty f_{m0} (Obrázek 17 a Tabulka 4). Pevnost získaná zkouškou jednoho zkušebního místa se považuje za ekvivalentní hodnotu pevnosti malty získané zkoušením jednoho zkušebního tělesa. Výsledky všech zkoušek na konstrukci slouží k určení výběrového průměru pevnosti malty f_m . [3]



Obrázek 17 - Kalibrační vztah pro pevnost v tlaku malty ve spáře zdiva z hloubky vrtu pro ruční a elektrickou vrtačku [17]

Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]	Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]	Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]	Hloubka vrtu [mm]	Pevnost v tlaku [MPa]
18	5,2	28	2,8	38	1,8	48	1,3
19	4,9	29	2,7	39	1,8	49	1,3
20	4,5	30	2,6	40	1,7	50	1,3
21	4,2	31	2,5	41	1,7	51	1,2
22	4,0	32	2,3	42	1,6	52	1,2
23	3,7	33	2,3	43	1,6	53	1,2
24	3,5	34	2,2	44	1,5	54	1,1
25	3,3	35	2,1	45	1,5	55	1,1
26	3,1	36	2,0	46	1,4	57	1,1
27	3,0	37	1,9	47	1,4	58	1,0

Tabulka 4- Kalibrační vztah pro malty (stupeň 1) [22]

4.5 Stanovení objemové hmotnosti ve vysušeném stavu

Objemová hmotnost výrobku získaná podle ČSN 72 2603 je hmotnost jednotkového objemu vzorku, včetně dutin a pórů. U pravidelných těles se zjišťuje váhovou metodou (gravimetricky) nebo hydrostatickým vážením u nasáknutých těles nepravidelného tvaru. Hmotnost vzorku se většinou uvádí v suchém stavu. [28]

U vzorků pravidelného geometrického tvaru je možno objem vypočítat z průměrných hodnot vnějších rozměrů, určených ze sady 10 kusů vzorků. Při měření rozměrů je potřeba předem očistit hrany a případně plochy zkušebních vzorků a zbavit je větších výčnělků. Poté měříme posuvným měřítkem základní rozměry. Pro každý rozměr provedeme tři měření a vypočteme aritmetický průměr. Výsledek zapíšeme s přesností na 1 mm. Hmotnosti vysušených vzorků m [kg] zvážíme se zaokrouhlením na 3 desetinná místa a z naměřených rozměrů vypočteme průměrný objem V [m³] se zaokrouhlením na 4 desetinná místa. [28]

Objemovou hmotnost výrobku ρ_v [kg/m³] vypočítáme ze vzorce (10): [28]

$$\rho_v = \frac{m}{V} \quad (10)$$

,kde:

m ... hmotnost výrobku ve stavu vysušeném v [kg];

l, b, h ... průměrné rozměry výrobku v [m];

V ... průměrný objem výrobku vypočtený ze zjištěných rozměrů, v [m³].

Objemovou hmotnost výrobku zaokrouhlujeme na desítky, dosaženou hodnotu porovnáme s technickými požadavky a zařídíme podle kritérií uvedených v ČSN EN 771-1 Specifikace zdicích prvků – Část 1. [28]

4.6 Stanovení nasákavosti

Nasákavost je schopnost vypáleného keramického materiálu přijímat kapalinu. Stanovuje se v % jako poměr hmotnosti vody pohlcené zkušebním vzorkem ke hmotnosti vysušeného vzorku (absolutní hmotnostní nasákavost). [28]

Zvážené vysušené vzorky dle ČSN 72 2603 se umístí do nádoby tak, aby se nedotýkaly stěn nádoby a ani vzájemně. Do nádoby se nalije voda v takovém množství, aby byly všechny vzorky zcela ponořeny. Následně se voda uvede do varu a ten se udržuje po 2 hodiny. Odpařená voda se doplňuje tak, aby byly vzorky stále ponořeny. Po ukončení varu se vzorky nechají vychladnout na okolní teplotu. Poté se vzorky povrchově osuší a zváží se jejich hmotnost. Výsledná nasákavost NV [%] se vyjádří ze vztahu (11): [28]

$$NV = (m_n - m_s)/m_s \quad (11)$$

NV... nasákavost v [%],

m_n ... hmotnost vzorku po zkoušce nasákavosti [kg],

m_s ... hmotnost vysušeného vzorku [kg].

Výsledná nasákavost výrobku je pak zaokrouhlena na 1 desetinné místo.

4.7 Stanovení zdánlivé pórovitosti

Podle ČSN 72 2603 se stanovuje společně se stanovením objemové hmotnosti a nasákavosti, a udává poměr objemu otevřených pórů vzorku k jeho celkovému objemu včetně pórů. Zdánlivá pórovitost PZ v [%] se vypočte ze vztahu (12): [28]

$$PZ = \frac{m_n - m_s}{(m_n - m_{nw})} * 100 = \frac{NV * OH}{1000} \quad (12)$$

,kde:

m_s ... hmotnost vysušeného vzorku v [g];

m_n ... hmotnost nasyceného vzorku v [g];

m_{nw} ... hmotnost nasyceného vzorku váženého ve vodě v [g].

NV... nasákavost [-,%];

OH... objemová hmotnost [kg/m³].

4.8 Stanovení vzlínavosti keramického střepu

Při styku cihelného střepu (neslinutého i slinutého) s kapalinou začne kapalina účinkem kapilárních sil vnikat do otevřených pórů. Tuto vlastnost označujeme jako vzlínavost. Z rychlosti vzlínání usuzujeme na prosákavost střepu, kdy mezní hodnota vzlinutí je dána 50mm/90min.

Pro rychlejší odečet si vzorky předem označíme po 1 mm. Podle ČSN 72 2603 se takto upravené zkušební vzorky postaví do dostatečně vysoké nádoby s plochým dnem, ve které je nalitá destilovaná voda. Vzorky do nádoby postavíme na podstavce, aby k nim měla voda dobrý přístup a aby sahala do výšky cca 5 mm od spodního okraje vzorku. Výška vzlinutí se měří v časovém intervalu 5 minut od doby vložení vzorků do vody. Z naměřených hodnot se vykreslí grafická závislost vzlinutí na čase. [28]

Praktická část

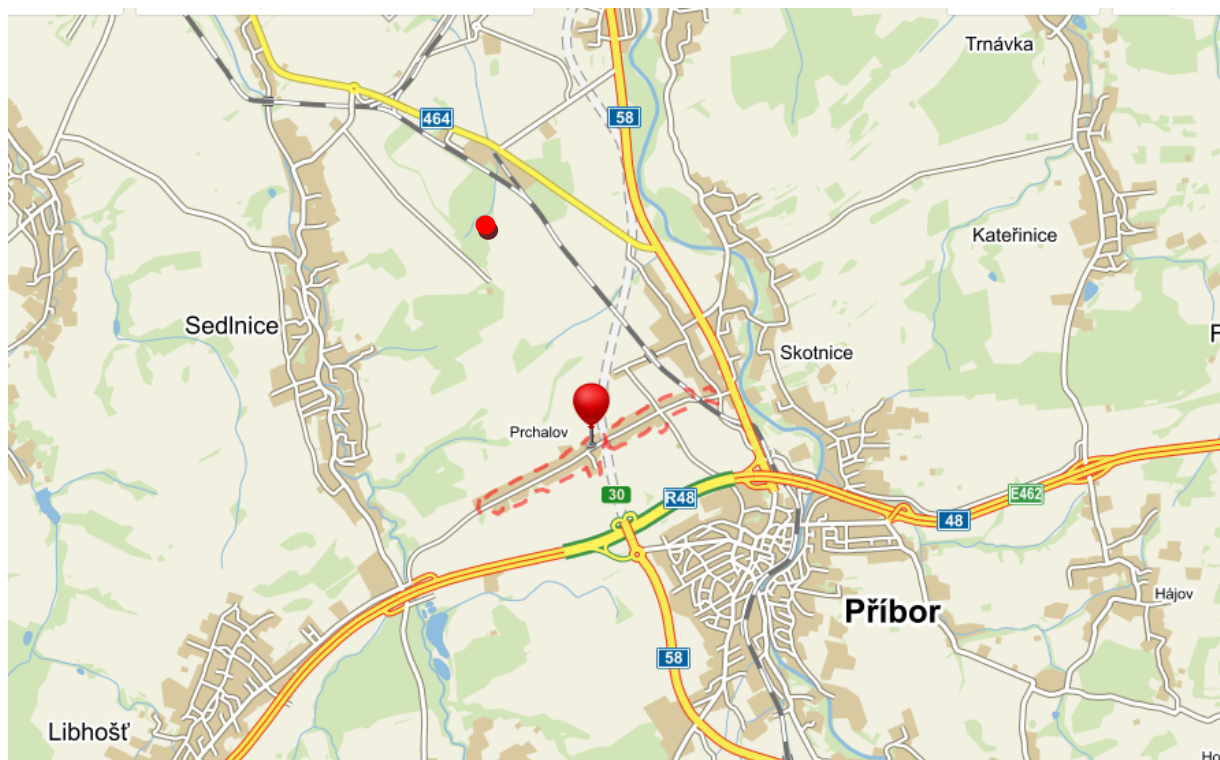
5 INFORMACE O OBJEKTU

5.1 Poloha objektu

- Adresa: Prchalov 11 a 51 (Obrázek 18), Příbor 742 58 (Obrázek 19)
- Katastr. ozn.: Budova s kat. č. 15 a 16 ležící na pozemcích s kat. č. 17/2 a 27/2 vedené v katastrálním území Příbor
- Vlastník: Vlasta Simprová a Jan Simper
- Typ užívání: Nyní pro bydlení, dříve zemědělská usedlost



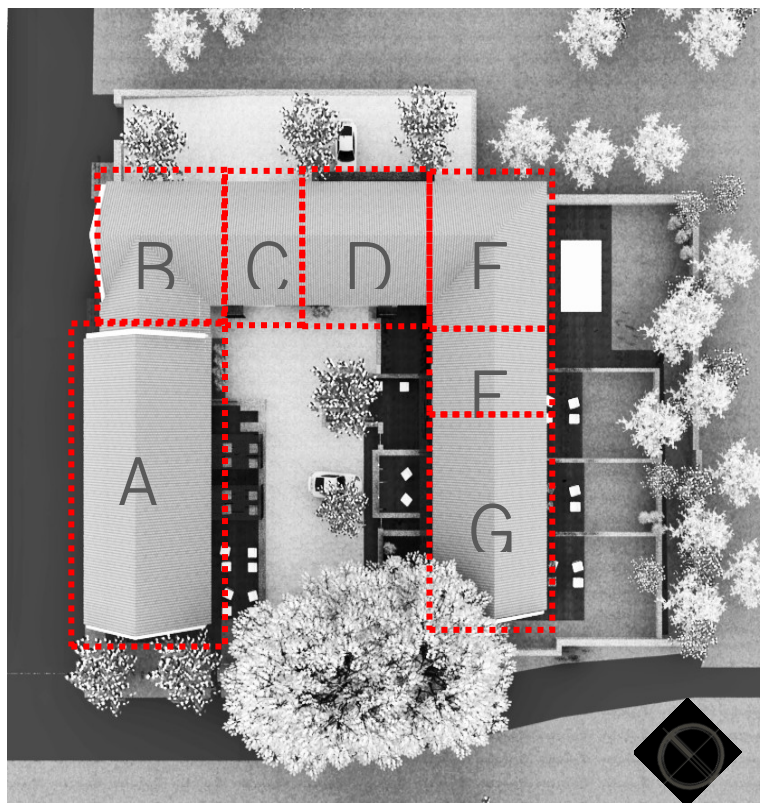
Obrázek 18- Letecký snímek objektu v místě Prchalov[29]



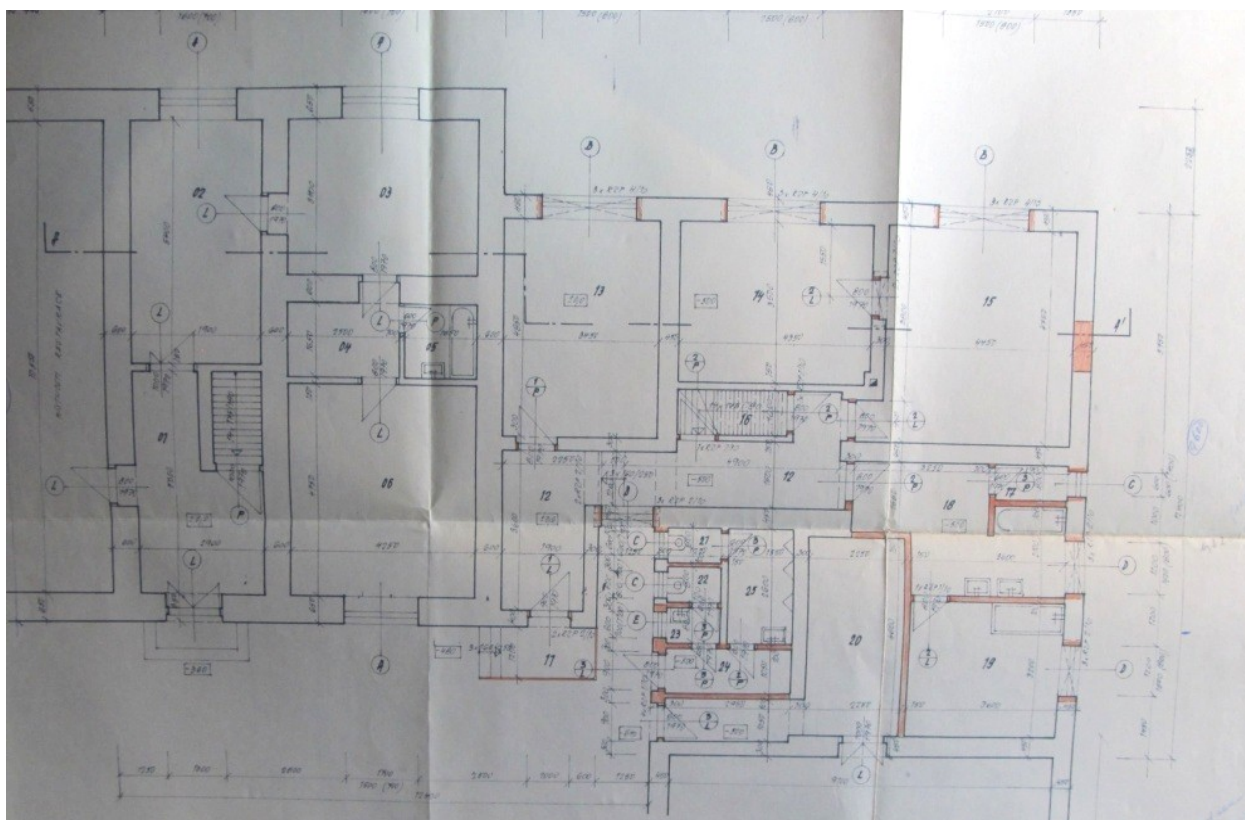
Obrázek 19- Poloha Prchalova[28]

5.2 Historie objektu

Historie objektu sahá do 90 let 19. století, kdy nejstarší část budovy označena A (Obrázek 20) byla postavena k provozování hostinské činnosti a okolí budovy bylo využíváno jako sad. Po změně majitele docházelo k rozšiřování hospodářství, které si žádalo větší prostory. Vznikly prostory pro chov zvířat, které v průběhu času byly stále rozšiřovány po několik generací (označeno C a D). Přibyla také část budovy (označena G), sloužící jako výminek. Po dostavění části objektu (označenou F) se všechny části scelily do dnešní podoby. Jelikož po roce 1948 byla pod nátlakem komunistické strany zvířata odvedena do Jednotného zemědělského družstva a zbylý majetek byl odcizen, přestal objekt plnit svou primární funkci a začal chátrat. Nyní plní funkci pouze pro bydlení o dvou bytových jednotkách (označené B a G) a ostatní prostory slouží ke skladování. Plány přestaveb se bohužel nepodařilo dohledat, kromě jedné rekonstrukce části objektu B (Obrázek 21).



Obrázek 20- Půdorysné rozdělení objektu



Obrázek 21 – Plán rekonstrukce části objektu

5.3 Současný stav objektu

V dnešní době se objekt potýká s nemalými viditelnými vadami a poruchami v konstrukci. V nadzemních a podzemních konstrukcích jsou viditelné problémy s vlhkostí, které mohou mít fatální následky, jelikož objekt je podle poskytnutých informací z nepálených cihel. Na površích konstrukcí se objevují vlhkostní mapy, doprovázené lokálně bílými povlaky a pravé křídlo budovy je pak poškozeno trhlinami. V podzemní části konstrukce dochází ke korozi nosných prvků a výztuží. U objektu se také vyskytují problémy v dřevěných prvcích konstrukce a problémy se zatékáním.

5.4 Plánované využití objektu

V dnešní době se pro objekt hledá nové využití, které by objekt zachránilo. Nutná rekonstrukce objektu je doprovázena řadou komplikací a je nutné zvážení finanční náročnosti rekonstrukce a návratnosti investic. Pro objekt byla provedena studie, při které byl na základě širších vztahů vytvořen návrh využít objekt pro ubytovací, stravovací a rekreační aktivity (Obrázek 22 až 25). Návrh využívá z větší části stávající dispoziční usprádaní konstrukce, avšak nepodařilo se jej ponechat zcela beze změny. Zásahy by se týkaly především změn příček anebo vytvoření nových konstrukčních prvků. Došlo by také ke změně užitného zatížení, převážně v 1. patrech budovy, které doposud byly využívány pouze jako sklad sena a ostatních předmětů.

Na jednotlivé zamýšlené změny využití částí budov budou kladeny také požadavky na snížení ekonomické náročnosti budovy, tzn., že je počítáno se zateplením podlah a stropů, popř. střešního pláště a vytvoření sádkartonových podhledů. Zateplení obvodových stěn by bylo zřejmě málo efektivní, jelikož tepelně izolační parametry pozitivně ovlivňuje značná mocnost stěn. V části budovy (označeno D) je zamýšleno využít tyto prostory k umístění sauny, parní sauny, ochlazovacího bazénku a whirlpool vany. Tímto zásahem by tedy došlo ke zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v dané části objektu a je třeba brát v potaz všechny potenciální vlivy a následky pro danou konstrukci.



Obrázek 22- Plánované využití objektu



Obrázek 23- Plánované využití objektu



Obrázek 24 – Vizualizace studie pro budoucí využití 1



Obrázek 25 - Vizualizace studie pro budoucí využití 2

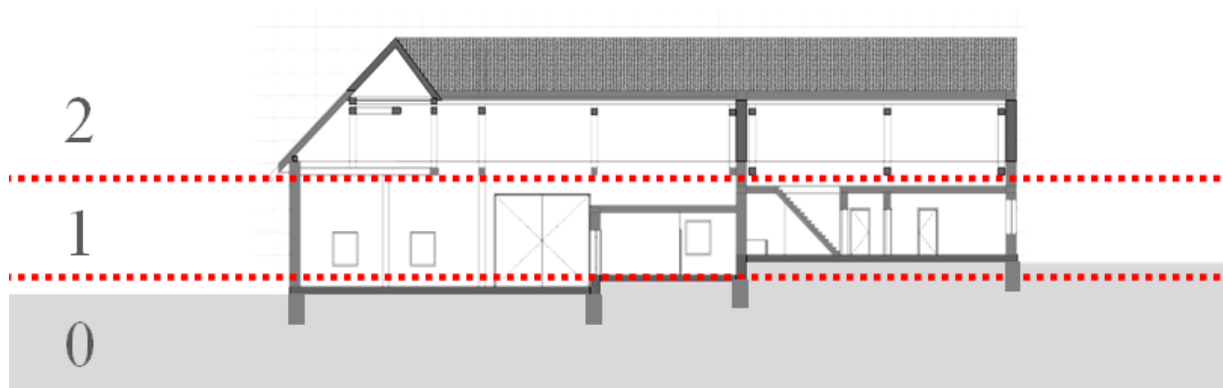
6 PŘEDBĚŽNÝ STAVEBNĚ - TECHNICKÝ PRŮZKUM

V objektu byl proveden předběžný stavebně - technický průzkum pro určení tzv. kritických míst, tedy výskytu případných vad a poruch. Zjištěné poruchy byly jednotlivě rozděleny a popsány. Výsledky tohoto průzkumu jsou obsažené v následující kapitole.

Pro lepší orientaci byl objekt rozdělen na jednotlivé části viz kapitola 5.2. Půdorysné rozdělení objektu reprezentuje odlišnou dobu výstavby (Obrázek 20).

Výškově byl objekt rozdělen do třech úrovní 0, 1 a 2 (obrázek č. 26), kde:

- 0 - představuje části objektu pod terénem (sklepní konstrukce),
- 1 - části objektu nad terénem,
- 2 - části objektu nad stropní konstrukcí 1.NP (půdních prostor).



Obrázek 26- Horizontální rozdělení objektu

V nadzemních konstrukcích (označení 1) byly zjištěny poruchy spojené s vlhkostí (převážně levé křídlo budovy), výskyt bílých povlaků na zdivu (převážně částí objektu A a C), koroze nosných prvků a výztuží. Pravé křídlo budovy je pak poškozeno trhlinami. Tyto poruchy a metody jejich diagnostiky budou blíže popsány a přiblíženy v níže uvedených kapitolách.

V podzemní části konstrukce (označení 0) byly zjištěny poruchy spojené s vlhkostí a koroze nosných prvků a výztuží. Dále pak degradace základové betonové konstrukce. Tyto poruchy a metody jejich diagnostiky budou blíže popsány a přiblíženy v níže uvedených kapitolách.

V části konstrukce převážně nad stropy 1.NP (označení 2) byla zjištěna degradace dřevěných střešních konstrukcí (převážně v pravém křídle budovy), problémy se zatékáním vody přes střešní krytinu a trhliny ve svislých konstrukcích (převážně v pravém křídle budovy). Tyto poruchy a metody i jejich diagnostika budou blíže popsány a přiblíženy v níže uvedených kapitolách.

Následné rozdělení vad a poruch proběhlo na základě jejich polohy ve:

- svislých konstrukcích,
- vodorovných konstrukcí,
- střešní konstrukci.

7 ZJIŠTĚNÉ VADY A PORUCHY V KONSTRUKCI

Dle výše uvedeného rozdělení v předchozí kapitole jsou popsány jednotlivé poruchy a naznačen prvotní odhad příčin, který jednotlivé poruchy může vyvolávat. Je zde popsán i návrh možností podrobné diagnostické prohlídky a sanačních opatření. K poruchám je třeba přistupovat komplexně, neboť s největší pravděpodobností se navzájem ovlivňují a spolupůsobí.

7.1 Poruchy ve svislých konstrukcích

7.1.1 Trhliny ve zdivu

Jelikož v průběhu užívání docházelo k estetickým opravám trhlin a jejich následnému znovuobjevování, lze předpokládat, že tyto trhliny budou aktivní. Tento fakt, je třeba ověřit např. sádrovou destičkou, která by tento fakt potvrdila, či vyvrátila. Podle předběžného odhadu nebude příčina trhlin jednotná, neboť se zde vyskytuje velké množství možných vlivů, které tyto trhliny mohou způsobovat. Výskyt trhlin je patrný na nosných i nenosných svislých konstrukcích pouze v pravém křídle budovy (tj. části budovy označené D, E, F a G). K typickým zástupcům trhlin lze řadit tyto trhliny:

- PORUCHA č. 1

Poloha poruchy je v příloze č.1.

Trhliny (šířka trhliny dosahuje až 30 mm) vycházejí od horního okraje nosné obvodové stěny směrem dolů, kde se jejich šířka postupně zmenšuje. Trhliny jsou viditelné na obvodové stěně, která přechází ve viditelnou trhlinu cca 5cm mezi obvodovou stěnou a stěnou na ní kolmou (Obrázek č. 27).

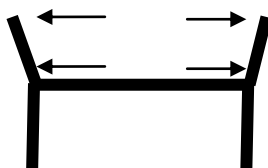
Pravděpodobnou příčinou může být zatékající voda skrz střešní plášť, která měla za následek uhnutí vazného trámu (Obrázek 28). Tím došlo částečně k narušení vodorovné tuhosti a vyvození přídavných vodorovných sil (vyvolané od tíhy střešního pláště) s následným lokálním přetížením. Tyto vodorovné síly navíc zvyšují účinek vodorovných sil vyvolaných konstrukcí valené klenby. Svou roli zde bude také hrát fakt, že se v tomto místě nachází napojení dvou konstrukčních částí.



Obrázek 28 - Porucha č. 1



Obrázek 27 - Příčina poruchy č.1



Obrázek 29- Možná příčina poruchy č.1

- PORUCHA č. 2

Poloha poruchy je v příloze č.1.

Trhliny (šířka trhliny dosahuje až 28 mm) vycházejí od horního okraje nosné obvodové stěny směrem dolů, kde se jejich šířka postupně zmenšuje (Obrázek č. 30). Trhliny jsou viditelné na obvodové stěně a dále pak je viditelná trhlina cca 5 cm mezi obvodovou stěnou a stěnou na ní kolmou (Obrázek č. 31).

Kvůli obdobné příčině, jako v případě poruchy č. 1, dochází i na protější obvodové stěně k viditelným projevům přetížení konstrukce (Obrázek 32) vlivem působení vodorovných sil způsobených od tíhy střešního pláště. Tato příčina nemusí být však dominantní, svou úlohu může hrát napojení dvou konstrukčních částí a nedostatečná vodorovná tuhost dvou částí objektů, která způsobuje odklon štítů.

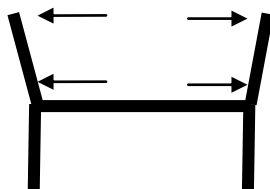
Další možnou příčinou může být i přetížení stropu (uložení velkého množství stavebního materiálu) v souvislosti s poruchou č. 3.



Obrázek 30- Porucha . 2



Obrázek 31 – Příčina poruchy č.2



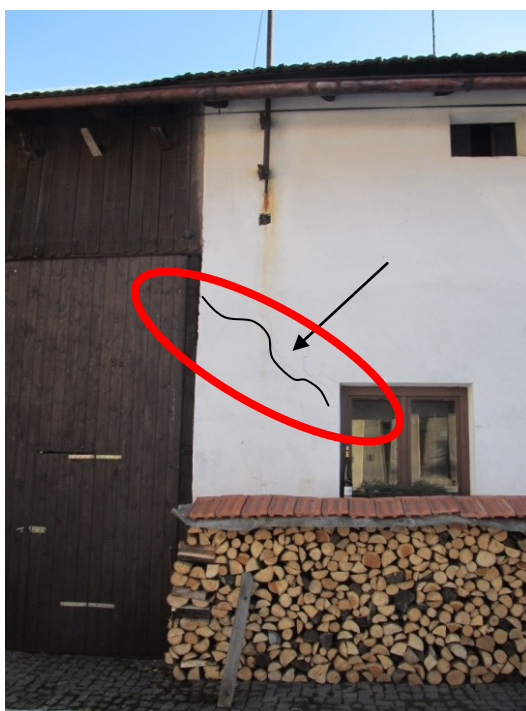
Obrázek 32- Možná příčina poruchy č. 2

- PORUCHA č. 3

Poloha poruchy je v příloze č.1.

Tahové trhliny (šířka trhliny dosahuje až 50 mm) vycházejí od rohu okna pod úhlem zhruba 45° (Obrázek 33).

Možnou příčinou může být pokles základové konstrukce pod příčnou stěnou nebo i přetížení stropu (uložení velkého množství stavebního materiálu).



Obrázek 33- Porucha č. 3

- PORUCHA č. 4

Poloha poruchy je v příloze č.1

Smykové trhliny (šířka trhliny dosahuje až 3 mm) v nosné příčné stěně vycházejí od půdorysného středu objektu (Obrázek 34 a 35).

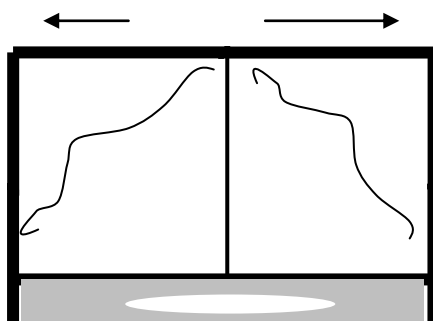
Možnou příčinou může být opět nedostatečná vodorovná tuhost. Další možností by mohl být pokles základů pod touto nosnou stěnou (Obrázek 36). Podle majitelů se začaly tyto trhliny objevovat v létě (dlouhého období sucha) zhruba před deseti lety. Do té doby se údajně vyskytovaly v této části budovy vlhkostní mapy ve zdivu, které již nyní nejsou viditelné. Je tedy možné, že došlo ke změně hydrogeologických poměrů v souvislosti s okolní výstavbou. Podle dostupných informací při realizaci sousedních objektů je známo, že v nejbližším okolí se vyskytuje převážně jílovité podloží.



Obrázek 34- Porucha č.4 I



Obrázek 35- Porucha č.4 II



Obrázek 36- Možná příčina poruchy č. 4

- PORUCHA Č. 5

Poloha poruchy je v příloze č.1

Pravděpodobně tlakové trhliny s lokálním drcením materiálu vznikají v horizontálním směru (Obrázek č. 37). Nad danou příčkou v 2.NP se nachází podlaha, která má ve středu mezi dvěma nosnými stěnami průhyb cca 15 cm (Obrázek č. 38 a 39).

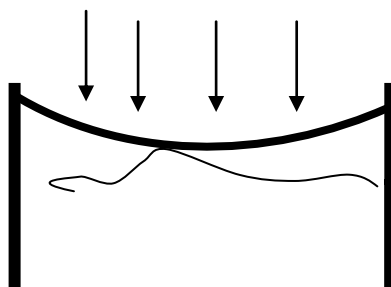
Tlakové trhliny v příčce jsou zřejmě vyvolané právě nadměrným průhybem dřevěného stropu. Nadměrný ohyb je způsobený pravděpodobně dlouhodobým zatížením konstrukce a použitím betonové desky nad danou stropní konstrukcí (patrně bez spřažení), a tím přetížením konstrukce příčky. Další možnou příčinou by mohl být i pokles základové půdy pod nosnou obvodovou stěnou.



Obrázek 37- Porucha č. 5



Obrázek 38- Příčina poruchy č.5



Obrázek 39- Možná příčina poruchy č. 1

- PORUCHA Č. 6

Poloha poruchy je v příloze č.1

Trhlina (šířka trhliny dosahuje až 8 mm) vychází od pravého horního rohu otvoru vjezdových vrat zhruba pod úhlem 80° (Obrázek 40).

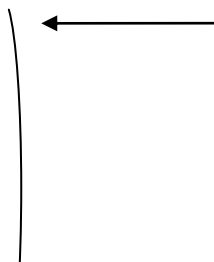
Kvůli absenci pásku (Obrázek 41) docházelo zřejmě k následnému vyvozování vnějších vodorovných sil (vyvolané od tíhy střešního pláště) s projevem trhliny na obvodové stěně (Obrázek 42) a trhliny mezi obvodovou stěnou a stěnou na ní kolmou. Jelikož se v přilehlých prvcích nenašly ani otvory po spojích pásku a ostatních prvků krovu, můžeme tuto příčinu označit jako výrobní vadu způsobenou již při realizaci střešní konstrukce. Další možnou příčinou mohou být dynamické síly vyvolané používáním vjezdových vrat.



Obrázek 41 - Porucha č.6



Obrázek 40- Příčina poruchy č.6



Obrázek 42- Možná příčina poruchy č. 6

- PORUCHA Č. 7

Poloha poruchy je v příloze č.1

Dvě tahové trhliny (šířka trhliny dosahuje až 25 mm) asi 1,5m od sebe vycházejí od okapu a zmenšují se směrem dolů (Obrázek č. 43).

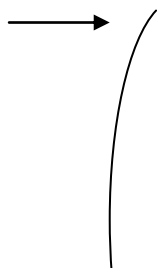
Tato porucha pravděpodobně vznikla lokálním přetížením (Obrázek č. 44 a 46) od trámu, který v tomto místě přenáší zatížení z největší plochy střešního pláště. Další možností může být i povolení spoje pásku s krokví (Obrázek 45), což může způsobit následné vyvozování vnějších vodorovných sil, vyvolané od tíhy střešního pláště.



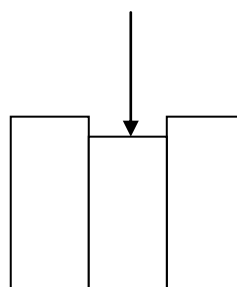
Obrázek 43-Porucha č 7



Obrázek 44-Příčina poruchy č. 7



Obrázek 45- Možná příčina poruchy č. 7 I



Obrázek 46- Možná příčina poruchy č. 7 II

7.1.2 Vlhkost zdiva

Vlhkost se vyskytuje převážně na nosných i nenosných stěnách konstrukce do výšky asi 1 m na levém křídle budovy označené A, B a C (Obrázek č. 47). Vlhkostní mapy mění svůj tvar a jsou závislé na ročním období. V zimě a na jaře je jejich výskyt neintenzivnější.



Obrázek 47- Výskyt vlhkostních map

- PORUCHA Č. 8

Poloha poruchy je v příloze č.1

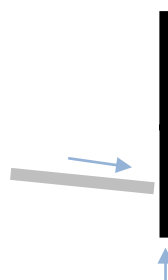
Nejpravděpodobnější příčina vlhkosti zdiva bude vztlínající vlhkost v kombinaci s nesprávným provedením chodníku se spádem ke stěně (Obrázek 48 až 50).



Obrázek 49-Porucha č. 8 z exteriéru



Obrázek 48-Porucha č. 8 z interiéru



Obrázek 50 - Možná příčina poruchy č. 8

▪ PORUCHA Č. 9

Poloha poruchy je v příloze č.1

Vlhkostní mapy dosahují výšky asi 1 m nad podlahou. Objevují se zde i bílé povlaky na povrchu těchto map (Obrázek č. 51 a 52).

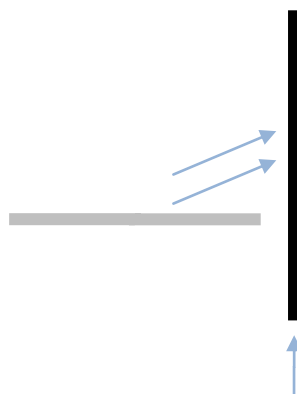
Nejpravděpodobnější příčina vlhkosti zdiva je opět vztlínající vlhkost a odstříkující voda od kolemjedoucích vozidel ze sousedící komunikace (Obrázek 53), která je vedena pouhých 0,5 m od objektu. Tímto by mohlo být i zdůvodněno pronikání posypových solí v zimním období. Povlaky mohou být ovšem jen vápennými výluhy, což je nutné ověřit příslušnými analytickými metodami.



Obrázek 51 – Porucha č.9 z exteriéru



Obrázek 52- Porucha č.9 z ineriéru



Obrázek 53- Možná příčina poruchy č. 9

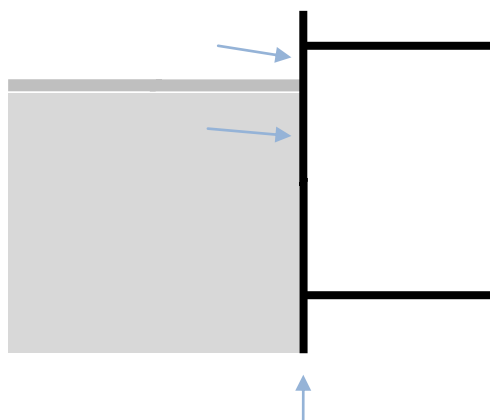
- PORUCHA Č. 10

Poloha poruchy je v příloze č.1

Pravděpodobná příčina vztlínání vlhkosti zděnou svislou nosnou konstrukcí je porucha hydroizolace nebo její úplná absence. Tato vada mohla nastat jako nedostatek v projektové části, chybou při realizaci, či zvolením nevhodného materiálu. Vztlínající voda prostupuje od zeminy zdívem pomocí kapilární elevace, a tím jednak zvyšuje vlhkost zdiva a také snižuje pevnostní charakteristiky materiálu. Jelikož jsou obvodové zdi v přímém kontaktu se zeminou, může zvýšenou vlhkost způsobovat i přímé pronikání vlhkosti z této zeminy (Obrázek 54 a 55).



Obrázek 54- Porucha č. 10



Obrázek 55- Možná příčina poruchy č. 10

7.1.3 Výkvěty na zdivu

Výskyt výkvětů na svislých konstrukcích do výšky přibližně 1-2 m v částech objektu vyznačené na obrázku 56. Tyto výkvěty by mohly být vykrystalizované vápenné výluhy z omítek nebo solné výkvěty, pocházející z posypových solí ze sousedící komunikace, eventuálně z původní zemědělské činnosti. Tuto skutečnost by bylo nutné ověřit příslušnými chemickými rozbory.



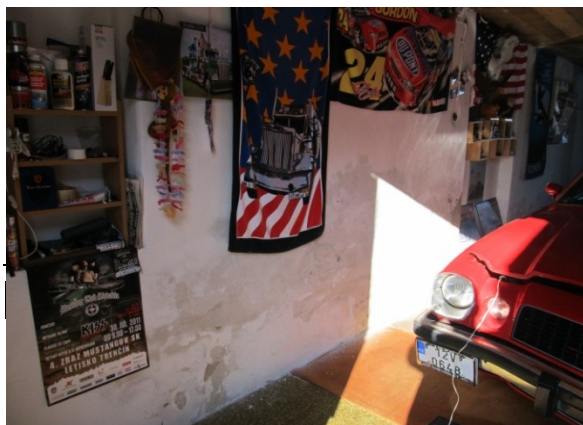
Obrázek 56- Vyskyt výkvětů

PORUCHA Č. 11

Poloha poruchy je v příloze č.1

Výkvěty se vyskytují v bývalých prostorách chlévů (Obrázek 57 a 58) do výšky 1 – 2 m od podlahy.

Nejpravděpodobnější příčina vzniku solných sloučenin byla dotace dusičných solí do konstrukce z původních zemědělských aktivit, jelikož tato část sloužila k ustájení dobytka.



Obrázek 58- Porucha č.11 I

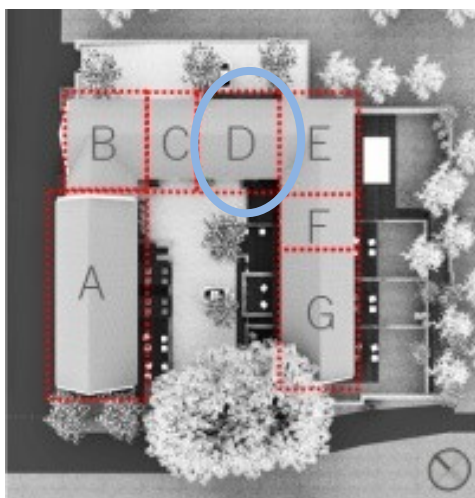


Obrázek 57- Porucha č. 11 II

7.2 Poruchy ve vodorovných konstrukcích

7.2.1 Koroze nosných prvků

Kvůli zvýšené vlhkosti způsobené poruchami spojenými s vlhkostí (viz. kapitola 7.1.2.) se v části objektu označené D (Obrázek 59) vyskytuje koroze ocelových nosníků, které můžou mít fatální vliv na únosnost konstrukce. Kvůli závažnosti poruch je třeba k nim přistupovat velice opatrně a dbát na osobní bezpečnost, jak při stavebně technickém průzkumu tak i při případně sanaci.



Obrázek 59- Výskyt koroze

▪ PORUCHA Č. 13

Poloha poruchy je v příloze č.1

Laminární koroze všech nosných profilů železobetonového stropu (Obrázek 60 a 61) nad sklepními prostory je způsobená nadměrnou vlhkostí a nedostatečnou ochranou kovových profilů. V některých místech je navíc nosný profil natolik oslaben, že je nutné uvažovat o jeho výměně.



Obrázek 61- Porucha č. 13 I



Obrázek 60- Porucha č. 13 II

7.2.2 Nadměrné průhyby stropů

V objektu se vyskytují viditelné průhyby některých stropních konstrukcí (Obrázek 62). Tyto průhyby je třeba posoudit z hlediska navrhované použitelnosti a především únosnosti.



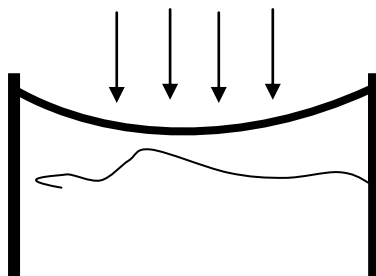
Obrázek 62- Poloha nadměrných průhybů stropů

▪ PORUCHA Č. 14

Poloha poruchy je v příloze č.1

Nadměrný průhyb dřevěného stropu je vyvolán zřejmě provedením betonové podlahy bez spřažení (velké stálé zatížení – dotvarování časem). Betonová deska, která se nachází nad stropem 1.NP ve středu mezi dvěma nosnými stěnami, má průhyb cca 15 cm (Obrázek 63).

Tento jev je možnou příčinou poruchy označené č. 5 a uvedené v kapitole 7.1.1.



Obrázek 63- Možná příčina poruchy č. 14

▪ PORUCHA Č. 15

Poloha poruchy je v příloze č.1

Průhyb cca 10 cm (Obrázek 64) se nachází uprostřed na rozpětí délky přibližně 4m. Tato stropní konstrukce se nachází nad sklepními prostory.

Nadměrný průhyb železobetonového stropu je vyvolán zřejmě korozí nosných prvků v dané konstrukci, popsanou v kapitole 7.2.1. pod označením porucha č. 13 a také přetížením dané konstrukce.



Obrázek 64- Porucha č. 15

7.3 Poruchy v střešní konstrukci - krovech

Poruchy v krovech (Obrázek 65) jsou způsobené zatékáním dešťové vody, napadením dřevokazným hmyzem, výskytem hub a neodborným provedením spojů, či absencí spojů. Tyto problémy v konstrukci krovů mají zřejmě za následek další vyvolané poruchy, které byly popsány v kapitole 7.1.1. Poruchy se vyskytují dominantně v pravém křídle budovy.



Obrázek 65- Poruchy v krovech

- PORUCHA Č. 16

Poloha poruchy je v příloze č.1

Zásadní poruchou je hniloba vazného trámu (Obrázek 66), který tak přestal plnit svou funkci a má za následek vyvolání poruch uvedených v kapitole 7.1.1. Uhnití vazného trámu je způsobené s největší pravděpodobností zatékáním skrz poškozený střešní plášť (špatné oplechování) v místě napojení dvou různých částí objektů s rozdílným sklonem střech, což je viditelné na obrázku (Obrázek 67), ale i přes celé pokrytí střešní konstrukce.



*Obrázek 66- Porucha č. 16 -
Degradace vazného trámu*



Obrázek 67- Příklad poruchy č 16

▪ PORUCHA Č 17

Poloha poruchy je v příloze č.1

Biologická degradace je způsobena pravděpodobně výskytem dřevokaznými houbami (Obrázek 68 a 69), které mají vhodné podmínky ke své existenci díky zvýšené vlhkosti, způsobené netěsností střešního pláště



Obrázek 69- Porucha č. 17 I



Obrázek 68- Porucha č. 17 II

▪ PORUCHA Č. 18

Poloha poruchy je v příloze č.1

Další poruchou v části krovu je výskyt dřevokazného hmyzu (Obrázek 70), který je podmíněn zvýšenou vlhkostí v konstrukci a použitím neošetřeného dřeva při zhotovení daných konstrukcí. V dřevěných prvcích se vyskytují otvory oválného tvaru s rozměry cca 0,5 – 1 cm v průměru, což by odpovídalo napadení tesaříkem krovovým.

Tento výskyt hmyzu způsobuje postupný rozpad dřevěných prvků a snižuje tím únosnost daných prvků. Některé prvky jsou značně oslabeny a můžou přestat plnit svou konstrukční funkci.



Obrázek 70- Porucha č. 18

▪ PORUCHA Č. 19

Poloha poruchy je v příloze č.1

Mezi konstrukční závadu náleží chybějící pásy (Obrázek 72), či chybné provedení spoje pásků (Obrázek 71) v celé části konstrukce označené D, E, F a G.

Tato porucha má za následek podle prvotních odhadů vyvolání následných poruch, uvedených v kapitole 7.1.1., a je třeba brát v úvahu jejich spolupůsobení.



*Obrázek 71- Porucha č. 19 -
Chybějící spoje pásků*



Obrázek 72- Porucha č. 19 - Chybějící pásek

7.4 Vady a poruchy pokrytí

Typickými vadami a poruchami v oblasti střešního pláště jsou netěsnosti pláště, rozpad keramických tašek a chybně provedené oplechování. Na místech, kde byla krytina vyměněna za novou, problém s netěsností přetrvává, neboť dochází k rychlé degradaci zmíněných nových keramických tašek, zapříčiněnou špatnou kvalitou těchto prvků. Důvodem je zřejmě velká nasákavost keramického střepu a následné rozrušování struktury střepu mrazem.

8 DIAGNOSTICKÁ MĚŘENÍ ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

V rámci podrobné fáze stavebně technického průzkumu byly prováděny příslušná diagnostická měření zděných konstrukcí a prvků.

8.1 Popis zkoušených konstrukcí a jejich stavů

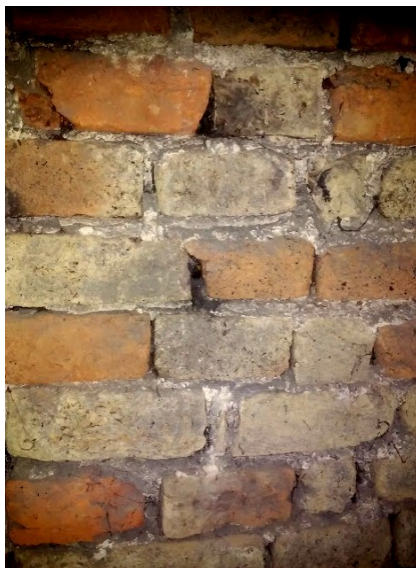
Při předběžném průzkumu bylo zjištěno, že rozsah nepálených cihel podle původních informací není ve skutečnosti tak velký, jak se předpokládalo. Bylo zjištěno, že výskyt nepálených cihel je převážně v části objektu označené G (sloužící jako obytná část budovy) a ostatní části objektu jsou převážně vystavěny z cihel plných pálených. Jakožto část s největším výskytem nepálených cihel a největší mírou poškození konstrukce bude podrobněji zpracována část objektu G a u ostatních částí konstrukce bude zjištěna pevnost zdících prvků v tlaku pouze z důvodu definování možných omezení při rekonstrukci s ohledem na provedenou architektonickou studii.

8.2 Místa odběru vzorků

Ve zkoumaném objektu bude provedeno zjištění pevnosti zdících prvků semidestruktivní metodou v částech konstrukce A-G, avšak pevnost zdících prvků získané destruktivní metodou budou provedeny zejména v části objektu G, kde je poškození konstrukce nejrozsáhlejší a výskyt nepálených cihel největší. V této části objektu je možné získat celkem 3 ks cihel nepálených a 3 ks cihel pálených. Vzorky pro zjištění vlhkosti jsou odebrány z každé části objektu.

8.3 Stanovení skladby zdiva

Při průzkumu bylo zjištěno, že vazba mezi zdíci prvky je polokřížová. Tloušťka stěn se pohybuje cca od 0,4 m do 0,5 m. Jednotlivé zdící prvky jsou loženy na maltovou směs s přibližnou tloušťkou 3 cm. Celkově zdící prvky nejsou skládány v dokonalé rovině a jsou velice materiálově i rozměrově různorodé. Jednotlivé prvky mají různou barevnost a strukturu, což by mohlo signalizovat různý druh materiálu. V částech objektu A-F je výskyt nepálených zdících prvků minimální. V části objektu G je zastoupení nepálených zdících prvků odhadem cca 70% (Obrázek 73).

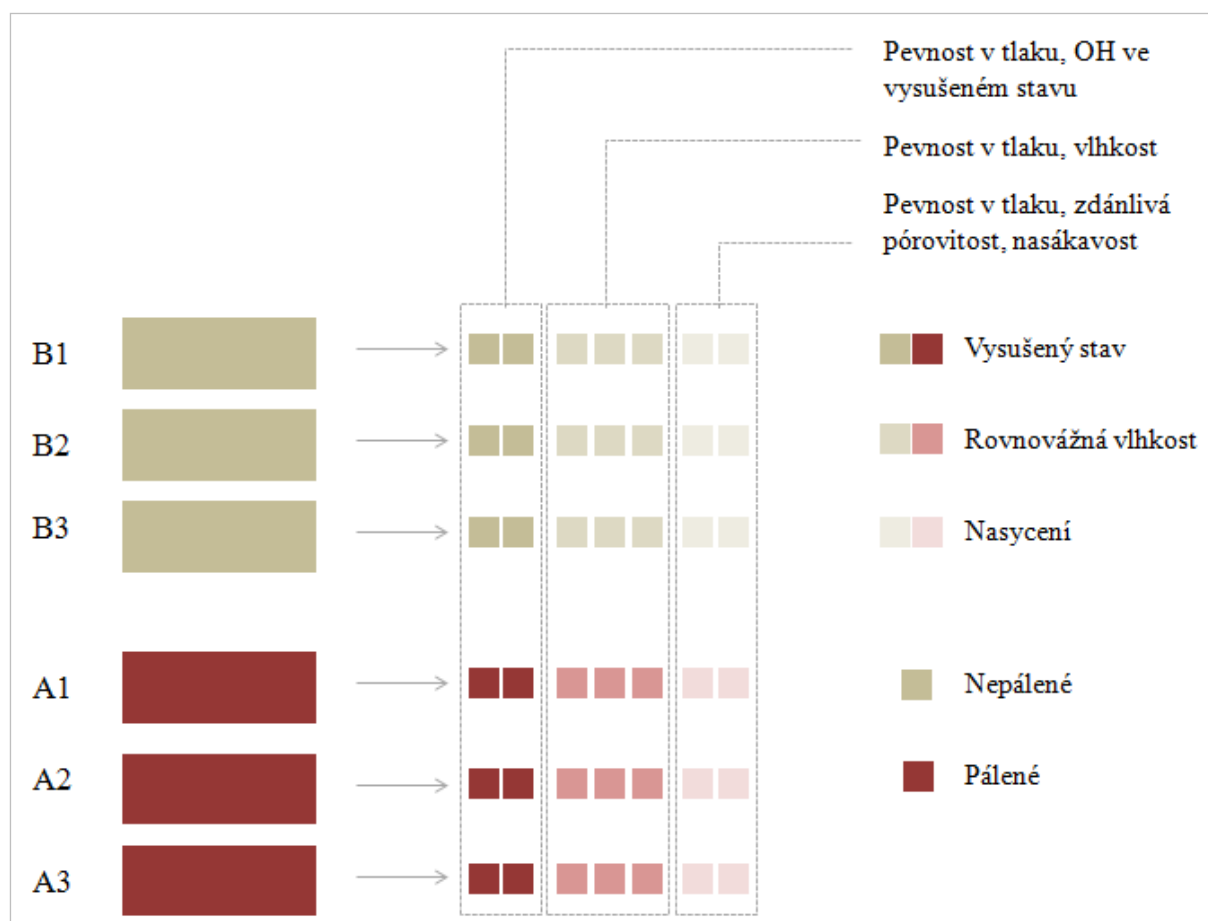


Obrázek 73- Reprezentativní záběr zděné stěny v části objektu G

8.4 Zkoušky cihelného zdiva

Zkoušky plných cihelných zdících prvků byly provedeny na základě požadavku majitelů. Bylo požadováno stanovení pevnosti v tlaku jako jedné ze základních fyzikálně mechanických vlastností. Semidestruktivní zkoušky s využitím Kučerovy vrtačky byly provedeny na všech částech objektu. Destruktivní zkoušky pevnosti v tlaku zatěžováním v lisu do porušení těles byly následně provedeny jen na části objektu G, ve kterém jsou nejznatelnější poruchy ve zděných konstrukcích a kde je výskyt nepálených cihel největší. Pro celkové hodnocení byly orientačně provedeny i zkoušky pevnosti malt, objemové hmotnosti zdících prvků, stanovení jejich vlhkostí v jednotlivých částech objektu a nasákavosti cihlářských výrobků použitých v konstrukci.

Ze zkoumané části objektu G byly odebrány 3 nepálené a 3 pálené plných cihel pomocí vyseknutí, které poté byly na kotoučové pile nařezány na zkušební krychle o rozměrech 50 x 50 x 50 mm v celkovém počtu 42 kusů a jejich hrany zabroušeny. Vzorky byly očíslovány a požitý pro jednotlivé zkoušky popsány v následujících kapitolách. Všechny vzorky byly zváženy před vysušením, byly zaznamenány jejich hmotnosti m [kg] s přesností na 3 desetinná místa a následně vysušeny a znovu zváženy pro účely dalších zkoušek dle schématu (Obrázek 74). Zaznamenané hodnoty jsou uvedeny v příloze 3.



Obrázek 74- Schéma rozdělení vzorků

8.4.1 Stanovení objemové hmotnosti ve vysušeném stavu

Nařezané a vysušené krychle, získané z cihel plných pálených a nepálených, jsme nejprve změřili posuvným měřítkem a získali tak základní rozměry (a, b, c). Pro každý rozměr jsme provedli tři měření a vypočetli aritmetický průměr tohoto měření. Výsledek jsme zapsali s přesností na 0,01 mm. Provedli jsme zvážení hmotností m [kg] těchto krychlí s přesností na 3 desetinná místa a vypočetli objemovou hmotnost dle vztahu (10):

$$\rho_v = \frac{m}{V} \quad (10)$$

Vypočtené hodnoty objemových hmotností jednotlivých vzorků se zaokrouhlením na desítky jsou uvedeny v příloze č. 3 a průměrné hodnoty těchto výsledků jsou uvedeny v tabulce 5.

Druhy cihly	Objemová hmotnost [kg/m ³]
pálená	1850
nepálená	1600

Tabulka 5- Průměrné hodnoty objemových hmotností zdících prvků

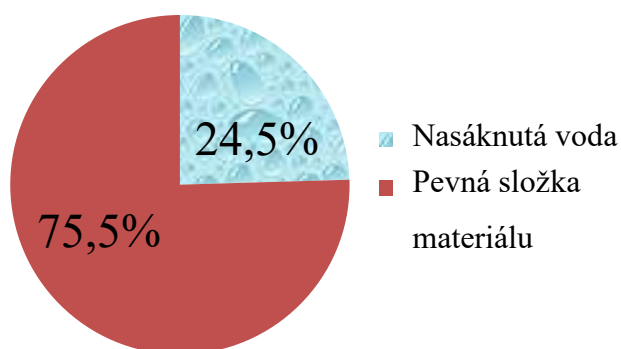
8.4.2 Zkoušky nasákavosti a zdánlivé pórovitosti zdících prvků

Tato zkouška byla provedena u pálených zdících prvků. U nepálených cihel tuto zkoušku nelze provést, protože bez výpalu nedošlo ve struktuře materiálu k vytvoření slinutého střepu, tudíž se tyto vzorky ve vodě rozpadnou. Pro ověření jsme ponoření ve vodě odzkoušeli i na těchto vzorcích.

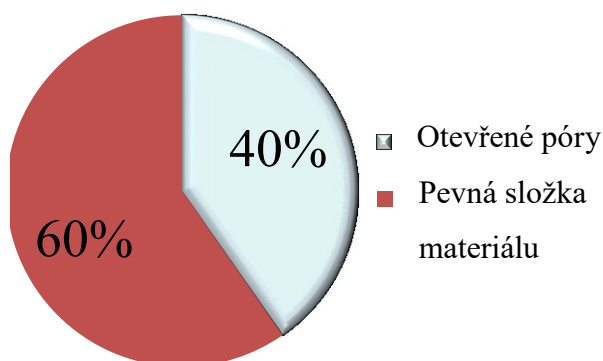
Nasákavost se zjišťovala na celkem 12 (schéma zkoušených vzorků uvedeno v kapitole 8.4) krychelných vzorcích vysušených při 105°C – 110°C. Po ochlazení na pokojovou teplotu se vzorky zvážily s přesností na 0,0001g a postavily nejmenší plochou na dno nádoby naplněné destilovanou vodou tak, aby se vzájemně nedotýkaly. Hladina vody byla po celou dobu minimálně 50 mm nad povrchem vzorků. Během cca 1 hodiny se voda přivedla k varu a takto se udržovala po dobu 4 hodin (Obrázek 78). Po dokončení tohoto procesu se nechaly vzorky stále v nádobě s vodou, až do vychladnutí. Po vyjmutí vzorků z nádoby se vzorky otřely vlhkou tkaninou (Obrázek 77), zvážily s přesností na 0,0001g a vyhodnotily dle kapitoly 4.6. Výsledná nasákavost se spočetla dle vzorce:

$$NV = (m_n - m_s)/m_s \quad (11)$$

Zaznamenané hodnoty jsou uvedené v příloze č. 3. Průměrné hodnoty jsou uvedeny níže (Obrázek 75 a 76).



Obrázek 76- Graf nasákavosti



Obrázek 75 - Graf zdánlivé pórovitosti



Obrázek 78- Nasycené vzorky

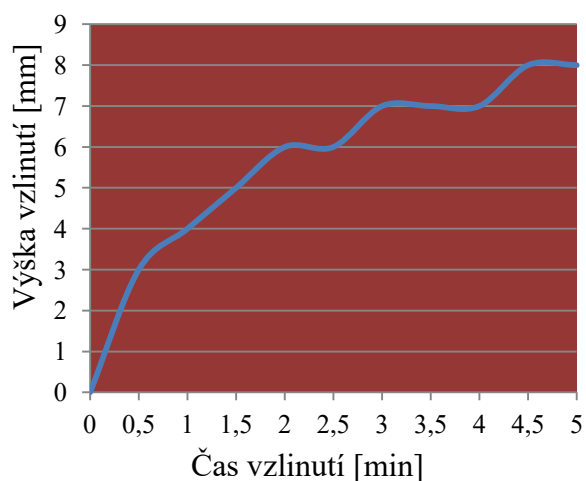


Obrázek 77- Sycení vzorků

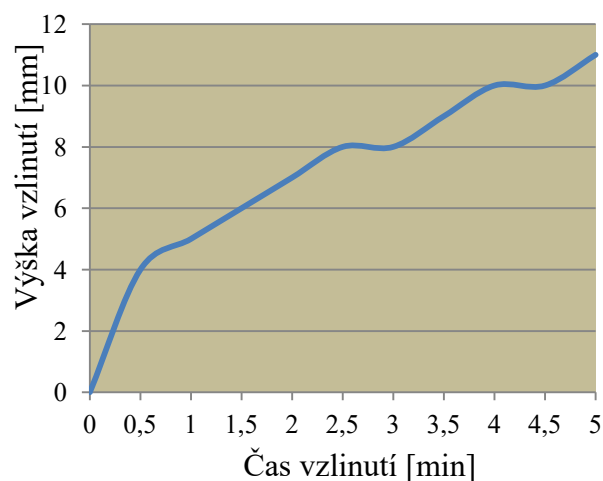
Na základě provedené zkoušky byla stanovena průměrná nasákavost pálených zdících prvků 24,5 % a zdánlivá pórovitost 40%.

8.4.3 Zkouška vzlinavosti zdících prvků

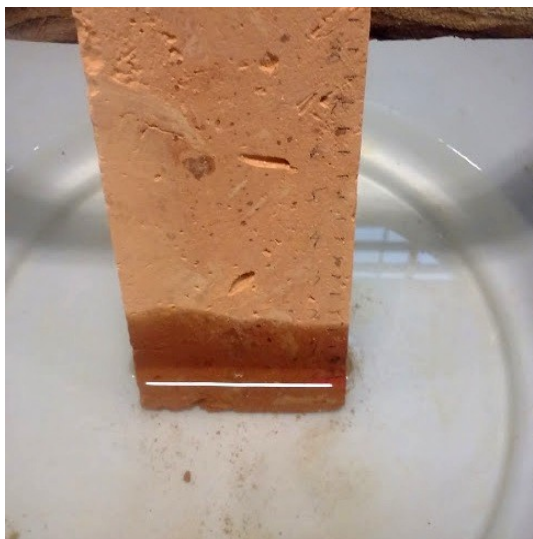
Vzorky s rozměry cca 50x25x150 mm jsme si označili stupnicí. Takto upravené zkušební vzorky se postavily do nádoby s plochým dnem, ve kterém byla destilovaná voda (Obrázek 81 a 82). Vzorky jsme do nádoby postavili na podstavec, aby k nim měla voda dobrý přístup a aby sahala do výšky cca 5 mm od spodního okraje vzorku. Výšku vzlinutí se měřila v časových intervalech 30 sekund po dobu 5 minut od doby vložení vzorků do vody. Z naměřených hodnot se vykreslila závislost vzlinutí na čase (Obrázek 79 a 80).



Obrázek 79- Průběh vzlinutí u pálené cihly



Obrázek 80- Průběh vzlinutí u nepálené cihly



Obrázek 81- Průběh vzlinutí pálené cihly



Obrázek 82 - Průběh vzlinutí nepálené cihly

Při zkoušce vzlinavosti byla sledována závislost výšky vzlinutí na čase. Při délce expozice 5 min dosahovala výška vzlinutí vyšších hodnot u cihly nepálené. Navíc docházelo rozpadání vlhké části nepáleného vzorku z důvodu zvětšování objemu jílovitých částic.

8.4.4 Destruktivní zkoušky pevnosti cihel v tlaku

Podle ČSN EN 772-1 se pevnost v tlaku zdících prvků určuje jako průměrná pevnost v tlaku stanoveného počtu vzorků celých zdících prvků. Odebírání zkušebních vzorků (Obrázek 83 a 84) se provádí podle příslušné části EN 771.

Podle schématu (Obrázek 74) uvedeného v kapitole 8.4, byly krychle zkoušeny za odlišných vlhkostních podmínek:

- 2 zkušební vzorky z každé cihly ve vysušeném stavu
- 3 zkušební vzorky z každé cihly s rovnovážnou vlhkostí okolí, která byla následně stanovena dle kapitoly 8.4.5
- 2 zkušební vzorky z každé cihly v nasyceném stavu

U vzorků byla patrná odlišná kvalita cihel, která měla následně vliv na jejich pevnost v tlaku. Při zkoušce pevnosti (Obrázek 86 a 87) je zaznamenána maximální síla F s přesností na 0,01 kN při porušení testovaného vzorku. Výsledná pevnost f [MPa] s přesností na 0,1 Mpa byla spočtena dle vztahu:

$$f = \frac{F}{A} \quad (13)$$

A ...zatěžovaná plocha [mm²]

F ...síla při porušení [N]

Tato hodnota mohla být dále redukována součinitelem δ , který zohledňuje výšku a šířku zdících prvků (Tabulka 1). V našem případě nabývá hodnoty $\delta=0,85$. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze č 3. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6 a 7.

vlhkost při zkoušce [%]	Pevnost Pálených cihel [MPa]	Pevnost nepálených cihel [MPa]
0,0	9,5	4,8
4,6	5,2	1,5
21,5	3,12	0

Tabulka 6 – Průměrné hodnoty zkušebních vzorků z části objektu G

vlhkost při zkoušce [%]	Pevnost Pálených cihel [MPa]	Pevnost nepálených cihel [MPa]
0,0	11,2	5,6
4,6	6,2	1,8
0,0	3,7	0,0

Tabulka 7 - Průměrné hodnoty zkušebních vzorků z části objektu G bez redukce součinitelem δ



Obrázek 83- Odebírání cihly z konstrukce v části G



Obrázek 84-uzavření cihel do nepropustného obalu



Obrázek 86 - Destruktivní zkouška v tlaku pálené cihly



Obrázek 85 - Destruktivní zkouška v tlaku nepálené cihly

Destruktivními zkouškami zdících prvků při různých expozičních podmínkách jsme dostali závislost pevnosti na vlhkosti materiálu. Avšak tyto výsledky jsou pouze orientační. Z hlediska průzkumu objektu poskytují výsledky destruktivních zkoušek informace, pro vyvrácení tvrzení, že příčinou poruch je nízká pevnost materiálu.

8.4.5 Stanovení vlhkosti vzorů při umístění v exteriéru

Při zkouškách pevnosti v tlaku byla část vzorků ponechána 14 dní ve vnějším prostředí v měsíci říjnu (vzorky odebrané z části objektu G), kdy průměrná relativní vlhkost dle Českého hydrometeorologického ústavu byla 67%. Následně byly vzorky zkoušeny na jejich pevnost v tlaku.

Hodnoty vlhkosti zkoušených vzorků byly provedeny na základě gravimetrické metody podle ČSN 72 1080, kdy byly úlomky ze zkoušených vzorků zváženy s přesností na 0,0001g a následně umístěny do sušárny, kde byly vysušeny při teplotě cca 105°C do konstantní hmotnosti a zváženy na laboratorní váze (m_0) s přesností 0,0001 g. Vlhkost se vypočítala jako podíl vody ve vzorku k vysušené hmotnosti vzorku dle vztahu:

$$u = \frac{m - m_0}{m_0} = 100 \cdot \frac{m - m_0}{m_0} \quad (1)$$

Hodnoty výsledků vlhkostí zkoušených vzorků jsou uvedeny v tabulce 8.

	m_1 [g]	m_2 [g]	Vlhkost [%]	průměrná vlhkost [%]
pálené	49,2547	51,6297	4,6	4,6
	67,0254	70,3307	4,7	
	32,5472	34,0808	4,5	
nepálené	69,2146	72,7044	4,8	4,7
	87,3874	91,6010	4,6	
	41,2589	43,2940	4,7	

Tabulka 8 - Hodnoty výsledků vlhkostí zkoušených vzorků

Cihly nepálené pohltily více vzdušné vlhkosti než cihly pálené.

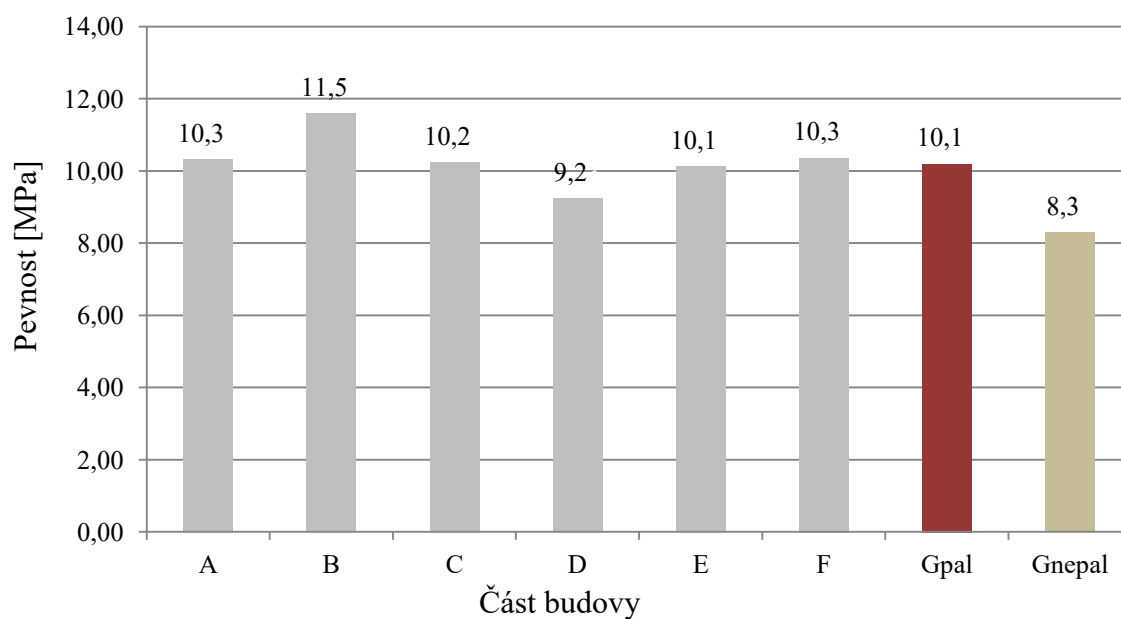
8.4.6 Zkoušky cihel pomocí Kučerovy vrtačky

Hodnoty pevnosti zdících prvků byly získány metodou Kučerovy vrtačky (Obrázek 88 a 89), na základě hloubky navrtání a kalibračních vztahů (viz. kapitola 4.3.3). Tato metoda byla použita z důvodu velkého rozsahu stavby a také proto, že je to jednoduchá metoda pro získání orientační pevnosti zdících prvků v tlaku. Zkoušky touto metodou byly provedeny na všech částech konstrukce, kdy bylo provedeno vždy 12 měření v každé části objektu. U části označené G bylo provedeno 12 zkoušek na náhodně vybraných nepálených cihlách a 12 zkoušek na náhodně vybraných pálených cihlách.

Postup měření byl následující. Nejprve se očistilo zdivo a to v případě, že bylo omítnuto. Vrtačka se nastavila vždy do polohy 2 pro zdící prvky. Provedly se vždy 3 vývrty (Obrázek 90) a v případě, že se jejich hodnota nelišila o více než 30 procent, se tyto hodnoty navrtání změřily posuvným měřidlem s přesností na 1 mm. Informativní hodnoty pevnosti v tlaku vybraných míst se získaly odečtem z tabulky pro užitý stupeň 2 pro elektrickou vrtačku PZZ 01 a byly zaznamenány v tabulce uvedené v příloze č. 2. Výslednými hodnotami této zkoušky (uvedené v tabulce 9 a obrázku 87) byly průměrné pevnosti zdících prvků v tlaku f_m pro části objektu A-G, kdy v části G jsou uvedeny pevnosti v tlaku jak pro zdící prvky pálené, tak i nepálené.

Část objektu	Pevnost [MPa]
A	10,3
B	11,5
C	10,2
D	9,2
E	10,1
F	10,3
G _{pal}	10,1
G _{nepal}	8,3

Tabulka 9- Výsledky průměrných hodnot pevností získané Kučerovou vrtačkou



Obrázek 87- Orientační hodnoty pevnosti v tlaku v jednotlivých částech objektu



Obrázek 88 – Provádění zkoušky pomocí Kučerovy vrtačky ve vodorovné konstrukci



Obrázek 89- Provádění zkoušky pomocí Kučerovy vrtačky v podkroví



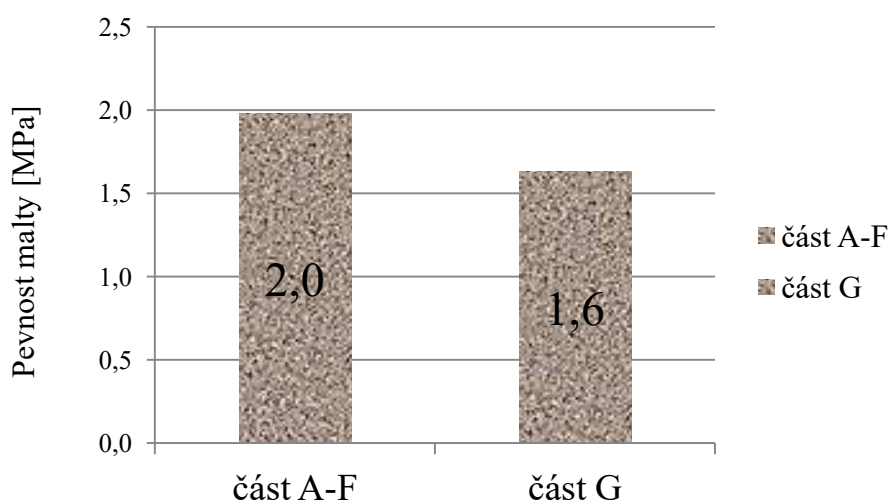
Obrázek 90- Provedené vývrty pomocí Kučerovy vrtačky

Zkouškou pomocí Kučerovy vrtačky jsme dostali přehled o různorodém použití zdících prvků a různých pevnostech zdících prvků v tlaku v závislosti na části konstrukce. Tyto hodnoty mohou být použity pro orientační návrh možného využití v dané části objektu.

8.5 Zkoušky pevnosti malt v tlaku semidestruktivní metodou

Hodnoty pevnosti malty se získaly opět metodou Kučerovy vrtačky na základě hloubky navrtání a příslušných kalibračních vztahů.

Nejprve se očistilo zdivo (Obrázek 92), především ložné spáry minimálně 20 mm od líce zdiva (kapitola 4.4.2), aby se odstranila vrstva malty poškozena karbonatací. Zkušební místa byla vybrána tak, aby byla ve vzdálenosti 50 mm od styčné spáry a následně 40 mm od předchozího zkušebního místa. Vrtáčka se nastavila vždy do polohy 1 pro malty. Provedly se vždy 3 vývrty (Obrázek 93) a v případě, že se jednotlivé hloubky vrtů nelišily o 30 procent, proběhlo jejich měření posuvným měřidlem s přesností na 1 mm. Informativní hodnoty pevnosti v tlaku malt se získaly odečtem hodnot z tabulky pro užitý stupeň 1 pro elektrickou vrtačkou PZZ 01 a byly zaznamenány v tabulce uvedené v příloze č. 2. Výslednými hodnotami této zkoušky (uvedené v příloze č. 2) byly průměrné pevnosti malty v tlaku f_m (Obrázek 91) pro části objektu A-F a zvlášť pro část objektu G.



Obrázek 91- Vyobrazení pevnosti malt v částech objektu



Obrázek 92- Očištění spáry



Obrázek 93- Provádění zkoušky malt Kučerovou vrtačkou

Zkouškou pomocí Kučerovy vrtačky jsme dostali přehled o různorodém použití malt a různých pevnostech malt v tlaku v závislosti na části konstrukce. Tyto hodnoty mohou být použity pro orientační návrh možného využití v dané části objektu. Z hodnot také vyplývá, že pevnosti jsou velice nízké a je třeba brát zřetel při rekonstrukci na možná omezení, či zvolit sanační opatření na zvýšení pevnosti.

8.6 Ověření vlhkosti zdiva

Pro získání přehledu o vlhkostních podmínkách v jednotlivých částech objektu byly provedeny zkoušky pomocí vážkové metody. Vzorky byly odebrány v měsíci srpnu (aktuální teplota vzduchu v době odběrů vzorků byla 24°C a relativní vlhkost 68%) v každé části budovy A – G v reprezentativní výšce cca 1 m od úrovně podlahy.

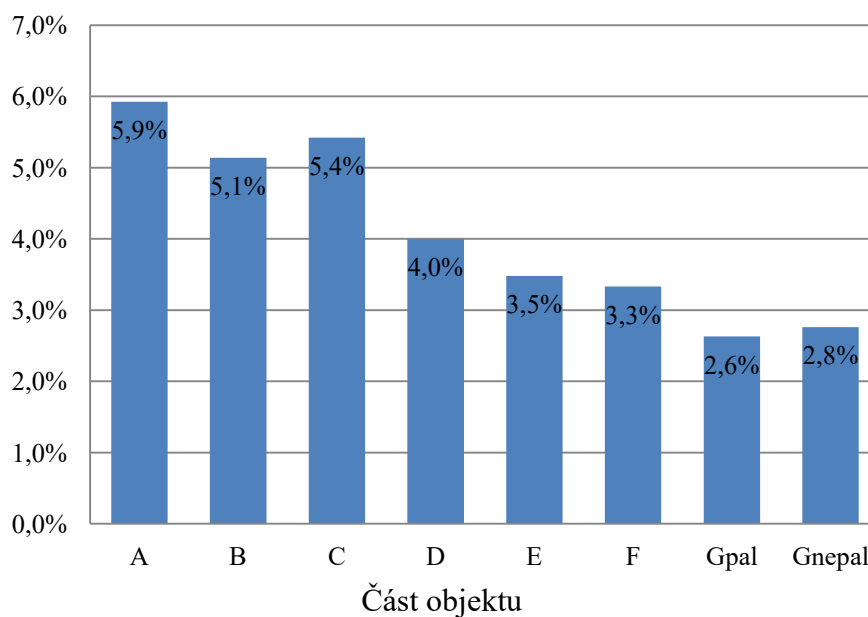
Hodnoty vlhkosti zdiva jsme provedli na základě gravimetrické metody podle ČSN 72 1080, kdy jsme odebrali vzorek z konstrukce odsekáním, následně jej uzavřeli do nepropustného obalu a zvážili. Jelikož na obalu nebyla žádná zkondenzovaná voda, tudíž nám postačilo pouze zvážení samotného vzorku (m_1) s přesností 0,0001 g. Umístili jsme vzorek do sušárny a nechali jsme vysušit vzorky při teplotě cca 105°C do konstantní hmotnosti a zvážili na laboratorní váze (m_0) s přesností 0,0001 g. Vlhkost se vypočítá jako podíl vody ve vzorku k vysušené hmotnosti vzorku dle vztahu:

$$u = \frac{m - m_0}{m_0} = 100 \cdot \frac{m - m_0}{m_0} \quad (1)$$

Výsledek se uvádí v procentech s přesností na jedno desetinné místo. Přehled naměřených a vypočtených hodnot jsou uvedeny v tabulce 10 a znázorněny v grafu (Obrázek 94).

část objektu	m_1 [g]	m_2 [g]	Vlhkost [%]
A	2802,0215	2645,2549	5,9%
B	1698,2548	1615,2478	5,1%
C	659,1547	625,2478	5,4%
D	2480,5847	2385,2147	4,0%
E	2484,5479	2401,0102	3,5%
F	3598,2547	3482,2147	3,3%
Gpal	2166,1423	2103,1478	2,6%
Gnepal	1660,6580	1610,1598	2,8%

Tabulka 10 – Výsledky vlhkosti



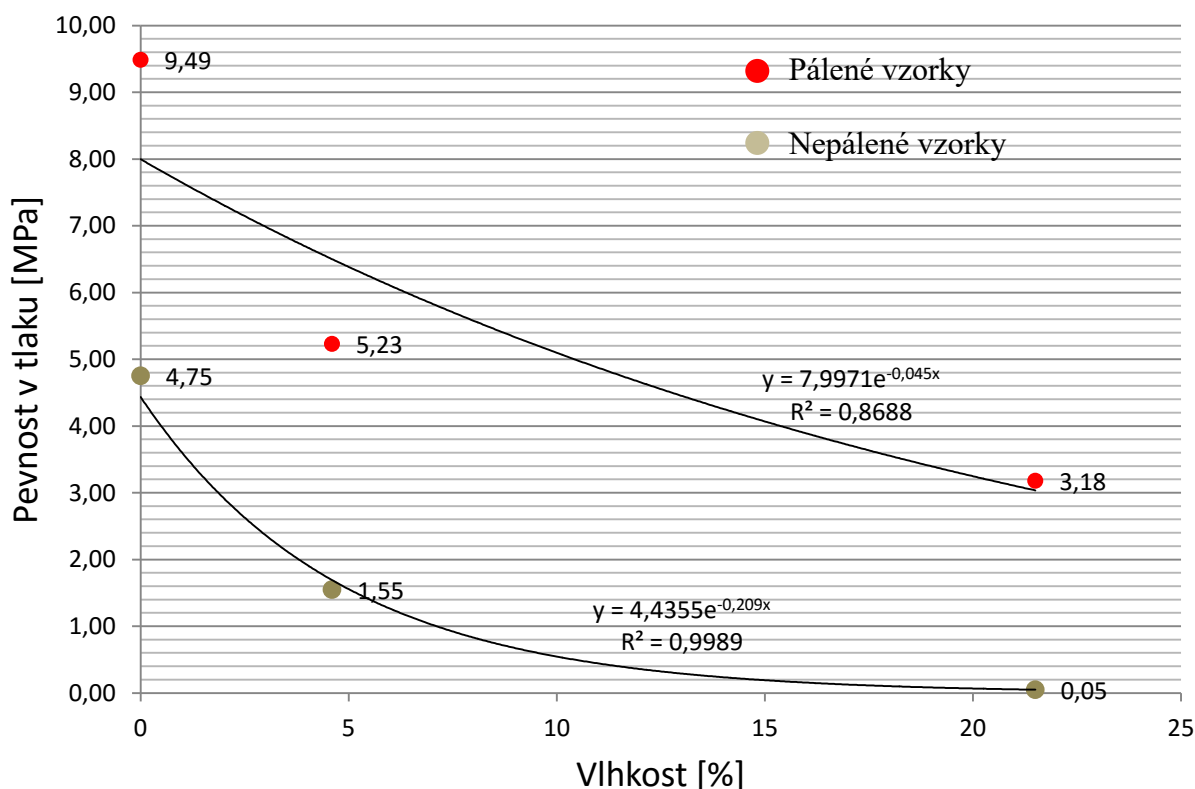
Obrázek 94- Grafické znázornění vlhkosti v jednotlivých částech budovy

Při zkoušce bylo zjištěno, že vlhkost v částech objektu s výskytem převážně pálených cihel je vyšší, avšak tato skutečnost není způsobena zřejmě vlastnostmi materiálu, ale vnikáním vlhkosti do konstrukce (buď špatnou hydroizolací, nebo vlivem odstříkující vody). V blízkosti části objektu G se nachází asi 20 m strom, který by mohl ovlivňovat také vlhkost podlahy, a tím vlhkost i v konstrukci. Vzorky byly odebrány v měsíci srpnu a pro přesnější zhodnocení by bylo vhodné sledovat tuto veličinu dlouhodoběji.

8.7 Shrnutí diagnostických měření

8.7.1 Pevnosti zdících prvků v tlaku

Naměřené a spočítané hodnoty jsou uvedeny v příloze č. 3. Na základě těchto naměřených hodnot lze vyvodit, že část objektu B, vystavěná jako poslední z částí, vykazuje nejvyšší hodnoty pevnosti zdících prvků v tlaku. Avšak je nutné zdůraznit, že části objektu A-C mají nejvyšší vlhkost, tudíž by po přepočtu na stejnou vlhkost mohly vykazovat hodnoty ještě vyšší. Části objektu D-G mají konstrukční vlhkost minimální, ale pevnosti zdících prvků jsou jen o málo menší, tudíž lze říct, že kvalita použitých cihel je v této části horší. Část budovy G, kde je výskyt nepálených cihel nejvyšší a vlhkost nejmenší, jsou pevnosti zdících prvků nejnižší, ale nevykazují příliš kontrastní rozdíl. V případě zvýšení vlhkosti by ovšem mohla být ztráta pevnosti značná. Na odebraných vzorcích byla zjištěna také grafická závislost mezi vlhkostí materiálu a pevností vzorků (Obrázek 95). Ze zjištěných hodnot také vyplývá, že pevnosti zdících prvků nejsou natolik malé, aby v případných konstrukčních změnách byla tato skutečnost omezujícím faktorem.



Obrázek 95 – Závislost pevnosti zdících prvků na vlhkosti

8.7.2 Pevnosti malt v tlaku

Malty při zkouškách dosahovaly hodnot pouze 1,6 – 2 MPa. Jelikož se pro zdění používají malty o minimální hodnotě v tlaku 2,5 MPa, tak tyto hodnoty jsou menší než minimálně požadované. Tyto hodnoty by mohly ovlivnit výslednou únosnost pevnosti zdiva. Pevnosti malt by mohly být zvýšeny aplikací zpevňujících substancí

8.7.3 Vlhkost zdících prvků

Vlhkost v jednotlivých částech konstrukce není již tak dominantním problémem, ale v případě zlepšení vlhkostních charakteristik, by se zlepšily mechanické i tepelné technické parametry zdících prvků, a tím komfort v objektu. Problém s vlhkostí (převážně pak výskyt map a výkvětů) by byl nežádoucí při uskutečnění plánované rekonstrukce, kdy by bylo třeba zdící prvky ochránit i před působením vody. Možnou variantou by bylo provedení drenáže kolem celého objektu, která by tento jev zmírnila. Pokud by ovšem problém přetrvával, musela by se přerušit kapilární elevace mezi konstrukcí základů a konstrukcí ze zdících prvků. Problematika odstranění vlhkosti je dlouhodobějšího charakteru a je proto třeba k těmto sanacím přistupovat s dostatečnou časovou rezervou.

Souvisejícími parametry s vlhkostí materiálu je vztlínavost a nasákavost. Z hlediska vztlínavosti dosahuje horších hodnot napálená cihla. Naopak nasákavost mohla být posouzena jen u pálených cihel, jelikož se napálené cihly v kontaktu s kapalnou vodou rozpadají.

8.8 Zdánlivá pórovitost a nasákavost

Na základě provedené zkoušky byla stanovena průměrná nasákavost pálených zdících prvků 24,5 % a zdánlivá pórovitost 40%. Keramiku s nasákavostí vyšší než 10% označujeme jako pórovitou keramiku. Pórovinou se souhrnně označují pórovité keramické výrobky, jejichž vypálený stěp se vyznačuje jemně zrnitou strukturou. Složení se vyznačuje menším množstvím taviv (živců) a nižší vypalovací teplotou, takže slinovací proces neproběhne do úplného uzavření pórů. Oproti porcelánu je kaolin ve směsích částečně nebo úplně nahrazen pórovinovými jíly, které mají bělavou barvu a vyznačují se dobrou plasticitou. [32]

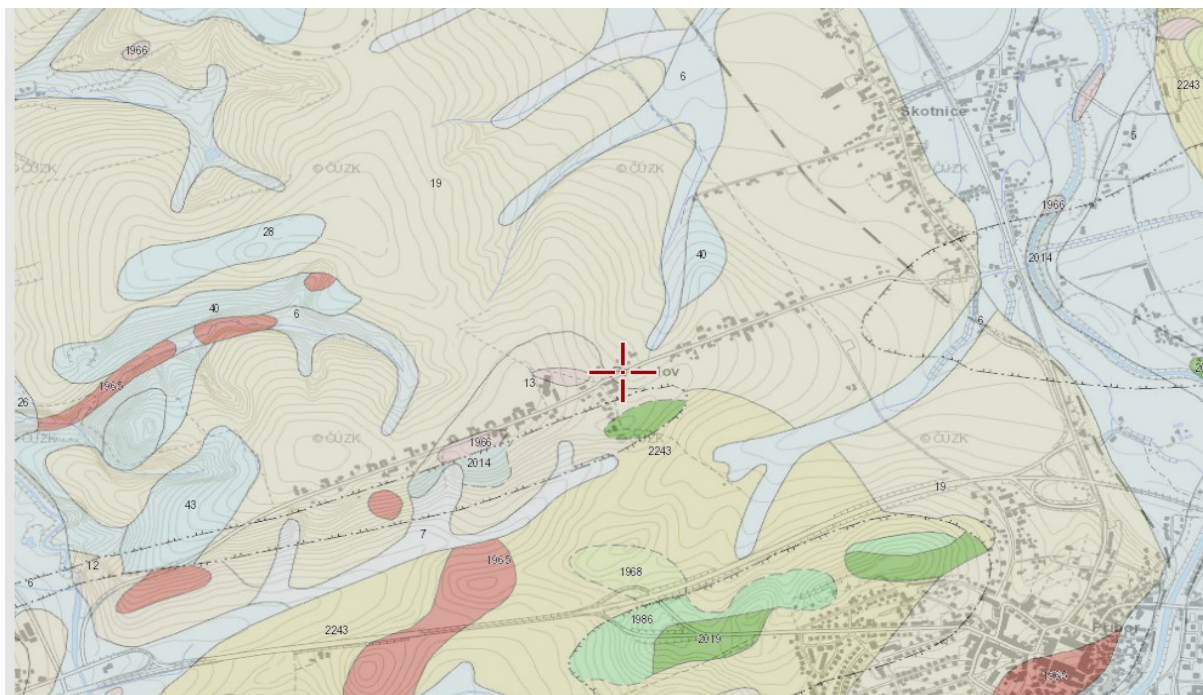
9 SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ DIAGNOSTICKÉHO MĚŘENÍ A STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU

9.1 Možné příčiny vad a poruch v konstrukci

9.1.1 Geologicky nestabilní podloží

Na základě provedeného STP a srovnání poznatků uvedených v teoretické části této diplomové se jako jedna z možných příčin vad a poruch jeví nestabilní podloží pod danou konstrukcí. Jelikož je objekt postaven převážně na kamenných základech a nechová se jako tuhý celek, je vznik poruch touto příčinou velice pravděpodobný. Podle informací při realizaci sousedních objektů je známo, že v nejbližším okolí se vyskytuje převážně jílovité podloží. Je tedy možné, že vlivem výstavby došlo ke změně hydrogeologických poměrů v základové spáře a jíly tak mění svůj objem a ovlivňují chování konstrukce.

Na základě vyhledaných informací jsme zjistili, že geomorfologicky náleží území k Ostravské pánvi. Z hlediska geologických poměrů je zájmové území řazeno k oblasti Západních vněkarpatských sníženin, celku Moravské brána, podcelku Oderská brána a okrsku Bartošovická pahorkatina. Podloží je tvořeno terciárními sedimenty mořské geneze, které jsou deponovány na horninách slezského příkrovu. V povrchové vrstvě se nachází předkvartérní poloskalní zvětralé horniny. Kvartérní sedimenty jsou tvořeny holocenními fluviálními sedimenty říční terasy Odry. Terasa je v bazální vrstvě budována písčitými a štěrkovými vrstvami s různým podílem peletické frakce. Bazální štěrky jsou překryty vrstvou hlín půdního typu luvické pseudogleje. Hojně jsou v dané lokalitě zastoupeny sprašové hlíny, které překrývají v různě mocných vrstvách starší geologické formace a horniny kulmu, resp. karpatského flyše. [23]



Obrázek 96- Geologická mapa území s označením místa stavby[23]

Podle mapy (Obrázek 96) se objekt nachází na kamenitém až hlinito-kamenitém sedimentu a vykazuje tyto parametry uvedené v tabulce 11: [23]

Eratém:	kenozoikum,
Útvar:	kvartér,
Horniny:	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment,
Typ hornin:	sediment nezpevněný,
Mineralogické složení:	pestré,
Zrnitost:	kamenitá až hlinito-kamenitá,
Barva:	různá,
Poznámka:	místy bloky nebo eolická příměs,
Soustava:	Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity,
Oblast:	kvartér.

Tabulka 11- Hodnoty sedimentu

9.1.2 Tuhost objektu

Problémy v konstrukcích jsou také způsobené neadekvátním zajištěním prostorové tuhosti objektu. Jelikož v konstrukci chybí pozední i stropní věnce a krovy v těchto konstrukcích nejsou správně provedeny nebo jsou poškozeny, tyto nedostatky způsobují porušení zděných vnějších obvodových konstrukcí.

9.2 Limity návrhu rekonstrukce

Limity návrhu rekonstrukce lze shrnout v následujících bodech:

- Pokud by došlo k rekonstrukci objektu, bylo by vhodné konstrukci (jak jednotlivé prvky krovu, tak i stěny) odlehčit. Použitím lehké střešní krytiny, by nevznikaly tak velké vodorovné síly a celkově by se zatížení konstrukce snížilo.
- Jelikož se objekt potýká i s problémy vlhkostí, nebylo by vhodné objekt zateplovat kontaktním systémem zateplení. Vhodnější formou by byla odvětrávaná fasády, avšak je třeba posoudit účinnost při značné tloušťce zdi.
- Jelikož stropní konstrukce jsou už dnes na některých místech v neuspokojivém stavu, bylo by tyto konstrukce třeba posoudit na únosnost a popřípadě navrhnout taková řešení, která by danou konstrukci příliš nezatěžovala. Další možností je vytvoření zcela nových stropních konstrukcí.

9.3 Možnosti sanace pro odstranění vad a poruch

U uvedeného objektu lze na základě výsledků stavebně technických průzkumů navrhnout konkrétní sanační zásahy, mezi něž náleží:

▪ Odstranění vlhkosti

Jelikož část budovy označena A-C se potýká s nejvyšší vlhkostí, bylo by vhodné v těchto částech provést drenáž kolem objektu a sledovat vývoj vlhkosti. Pokud by vlhkost zdiva poklesla na přijatelnou úroveň, provedly by se poté sanační omítky a objekt by mohl plnit funkci vytvořenou v architektonické studii. Pokud by však byl tento zásah nedostatečný, muselo by se přistoupit k radikálnějšímu řešení, kdy by v konstrukcích muselo být přerušeno vztlínání vody, například vytvořením mechanických nebo chemických bariér.

▪ **Odstranění výkvětů**

Před návrhem sanace proti solným výkvětům je nutné snížit vlhkost ve zdivu (viz. výše uvedená sanace) a provést rozbor solných výkvětů. Na základě potřebných informací se poté navrhne vhodná sanační metoda, využívající například sanačních omítek nebo odsolovacích obkladů.

▪ **Renovace omítek**

Pro správný návrh sanace nejprve odebereme vzorky omítky a zdíciho materiálu pro zjištění vlhkosti zdiva. Akustickou trasovací metodou stanovíme přibližný rozsah poškození omítky. Následně se přistoupí k okopání omítky a zkontrolování, zda je správně provedeno zdění za dodržení příslušných pravidel pro vazby zdiva, jelikož tyto místa jsou ohrožena potenciální vznikem trhlin. Pro místa v objektu, kde byly problémy s vlhkostí a výskytem solných výkvětů by bylo vhodné použití sanačních omítek a v ostatních částech budovy použití vápeno-cementových omítek.

▪ **Odstranění problému v krovech**

Odstraněním problémů v krovech by došlo částečně i k vyřešení problému s vodorovnou tuhostí, neboť vodorovné síly jsou vnášeny do konstrukce skrz střešní konstrukci. Je nutno zvážit vhodnost sanace a její ekonomickou náročnost nebo popřípadě zvolit vhodnou kombinaci několika sanačních metod. V některých případech by pravděpodobně stačilo stáhnout konstrukci ocelovými táhly, a tím zachytit vodorovné síly. Nové krovy by také vyřešily problémy s vodorovnými silami v konstrukci i ostatní problémy, kterým je nutné se věnovat (výskyt dřevokazných hub a dřevokazného hmyzu). Primárně musí být ale nahrazena poškozená krytina včetně opravy oplechování.

ZÁVĚR

Hlavním záměrem této diplomové práce bylo zhodnocení konstrukce objektu z nepálených cihel v městské části Příboru- Prechalov a vyhodnocení rizika v případě realizace rekonstrukce podle zamýšleného záměru. V diplomové práci byly teoreticky zpracovány základní informace o vlastnostech nepálených materiálů, postupech při stavebně technických průzkumech, určování základních vlastností zdiva pomocí nejčastěji užívaných diagnostických metod, hlavních poruchách v konstrukci a hodnocení konstrukcí. Tyto informace sloužily především pro správné identifikování problémů v praktické části této diplomové práce.

Praktická část diplomové práce se zabývala získáním hlavních informací o objektu, popsáním nejzávažnějších vad a poruch, provedením základních zkoušek zdících prvků a zhodnocením těchto získaných hodnot. Při průzkumu byly sepsány hlavní vady a poruchy v konstrukci, zaneseny do půdorysného náčrtu a popsány jejich možné příčiny. Při průzkumu bylo zjištěno, že objekt je převážně postavený z cihel plných pálených, a výskyt nepálených cihel je převážně v části objektu označovaném písmenem G. Bylo provedeno orientační zjištění pevností zdících prvků a malt pomocí Kučerovy vrtačky. Přičemž vyšlo najevo, že části objektu s největší vlhkostí vykazují vyšší hodnoty pevnosti v tlaku. Tyto hodnoty tak poukazují na to, že tyto části objektu byly postaveny z materiálu o vyšší pevnosti, neboť i přes jejich vlhkost vykazují hodnoty vyšší. Nejnižší hodnoty pevnosti v tlaku vykazovala pak část objektu označena G. Jelikož tato část nesla zároveň i největší známky poškození a právě zde se vyskytovaly v největší míře i nepálené cihly, byla podrobněji zkoumána a popsána tato část konstrukce. V části G byly provedeny i zkoušky destruktivní metodou. V této části konstrukce se podařilo odebrat 3ks pálených a 3 ks nepálených cihel a provést zkoušky pevnosti při různých vlhkostních podmínkách. Výsledkem byl graf, který vyjadřoval závislost pevnosti zdících prvků na vlhkosti. Dále pak byla zkoumaná objemová hmotnost, nasákavost, vzlínavost a zdánlivá pórovitost.

Z těchto zkoušek vyplynulo, že pevnost zdících prvků nebyla hlavní příčinou poruch v objektu (trhliny ve zdivu). Jako hlavní problém těchto poruch se jeví nestabilní podloží pod danou částí objekt. K tomuto problému je nutné přihlédnout i v souvislosti s případným odvodněním konstrukce A-F, kdy v případě řešení vlhkostí v těchto částech konstrukce, by mohla nastat změna objemu jílového podloží pod konstrukcí základů s následnou

deformací ve zděných konstrukcích nad nimi. Dalším výraznějším problémem byla pak tuhost objektu, která je způsobena jak chybějícím věncem v konstrukcích, tak špatným provedením, či poškozením krovů. Celkově se objekt potýká i s dalšími vadami a poruchami, avšak po vyřešení těchto dílčích částí by navrhovaná rekonstrukce nebyla nijak omezena.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

- [1] Balík, M. Odvlhčování staveb, Praha: Grada, 2008, ISBN 978-80-247-2693-9
- [2] Bažant, Z., Klusáček, L.: Statika při rekonstrukcích objektů, 5. vyd. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o. Brno, 2010, 122 str. ISBN 978-80-7204-692-8
- [3] Hobst, Leonard a kol. Diagnostika stavebních konstrukcí - přenášky. Brno: Studijní opora VUT, 2015.
- [4] Hobst, L., Adámek J., Cikrle P., Schmid, P.: Diagnostika stavebních konstrukcí, studijní opora Fakulty stavební
- [5] Kostka Rostislav, Diplomová práce – Porovnání nedestruktivních zkoušek cihelného zdiva se zkouškami na vývrtech a kusových stavivech, Brno 2002, str. 74
- [6] Solař, J.: Poruchy a rekonstrukce zděných staveb, 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., Praha 2008, 192 str. ISBN 978-80-247-2672-4
- [7] Schmid, P., Zkušebnictví a technologie, studijní opora Fakulty stavební, Modul BI02-M02
- [8] Solař, J. Odstraňování vlhkosti, Praha Grada 2013, ISBN 978-80-247-4708-8
- [9] Vlček, M., Moudrý, I., Novotný, M., Beneš, P., Maceková, V., Poruchy a rekonstrukce staveb, ERA group spol.s.r.o., Brno, 3.vydání 2006)
- [10] Vlček, M. A kolektiv, Projektování rekonstrukcí, Akademické nakladatelství v Brně 1996, 146s ISB 80-214-0614-3.

Normy, zákony a jiné předpisy

- [11] ČSN EN 772-1 Zkušební metody pro zdící prvky - část 1: Stanovení pevnosti v tlaku.
- [12] ČSN 73 1370. Nedestruktivní zkoušení betonu - Společná ustanovení.
- [13] ČSN ISO 13 822 - Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- [14] ČSN 72 3603 - Kontrola zhutnění zemin a sypanin
- [15] ČSN P ENV 1996-1-1 - Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby. Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [16] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Internetové zdroje

- [17] <http://slideplayer.cz/slide/2009641> Diagnostika stavebních konstrukcí - prezentace.
[Online] [Cited: 6 12, 2015.]
- [18] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/keramika.html>. Keramika - Cihlářské výrobky.
[Online] [Cited: 6 12, 2015.]
- [19] http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=483900&x=1121300&r=2000&s=1&legselect=0 [Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [20] http://www.fast.vsb.cz/export/sites/fast/206/cs/resene-projekty/frvs-2009-2529/7_diagnostika_zdenych_konstrukci.pdf[Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [21] http://images.slideplayer.cz/9/2510831/slides/slide_8.jpg[Online] [Cited: 5 6, 2015.]
- [22] http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BI52-Diagnostika%20stavebnich%20konstrukci/diagnostika_stavebnich_konstrukce_-_diagnostika_stavebnich_konstrukci.pdf[Online] [Cited: 9 9, 2015.]

- [23] http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=483926&x=1121352&s=1[Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [24] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Om%C3%ADtka>[Online] [Cited: 10 9, 2015.]
- [25] <http://www.tzb-info.cz/4278-problemy-s-pouzitim-zdiva-z-nepalenych-cihei>[Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [26] <http://www.premixservis.cz/vapenne-omitky.php>[Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [27] <http://www.picas.cz/hlinene-stavby-a-hlina> [Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [28] http://homel.vsb.cz/~khe0007/opory/opory.php?stranka=cihly_zkouseni[Online] [Cited: 10 11, 2015.]
- [29] <http://mapy.cz/zakladni?x=18.1229628&y=49.6473021&z=15&source=ward&id=8759> [Online] [Cited: 10 6, 2015.]
- [30] http://www.szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/ESF_C4_N%C2%A0vod.pdf.Zkoušení cihelného zdiva v konstrukci. [Online] [Cited: 11 9, 2015.]
- [31] http://old.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze_materialu_pro_restauratory/kadm/pdf/2_4.pdf [Online] [Cited: 11 9, 2015.]
- [32] <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/keramika.html#rozd%Clen%ED>[Online] [Cited: 11 29, 2015.]

ZDROJE OBRÁZKOVÝCH PŘÍLOH

Obrázek 1 - Základní vazby zdiva[4]	16
Obrázek 2 - Trhlina	25
Obrázek 3 - Deformace budov vlivem různé mocnosti vrstev podloží [9]	27
Obrázek 4 - Efektivní napětí v základech	28
Obrázek 5 - Karta na měření šířky trhliny.....	29
Obrázek 6 - Schéma hodnocení existujících konstrukcí [10].....	35
Obrázek 7 – Pevnosti f_{NDT} a f_{DT}	38
Obrázek 8 - Charakteristická pevnost materiálů[21].....	41
Obrázek 9 - Zkušební těleso 50 x 50 x 250 [3]	44
Obrázek 10 - Způsob odběru vývrtu[3].....	45
Obrázek 11 - Zkušební tělesa tvaru krychle a = 50 mm [3]	45
Obrázek 12 - Kučerova vrtačka [3]	46
Obrázek 13 - Tvrdoměr Schmidt LB – pro zkoušení cihelného zdiva. [3]	47
Obrázek 14- Kalibrační vztah pro stanovení pevnosti v tlaku starých plných pálených cihel z hodnoty odrazu měřené tvrdoměrem Schmidt LB [30]	48
Obrázek 15 - Umístění vrtu ve spáře zdiva řez zdivem [17].....	49
Obrázek 16 - Rozmístění vrtů ve spáře a vzdálenosti od okraje [17]	49
Obrázek 17 - Kalibrační vztah pro pevnost v tlaku malty ve spáře zdiva z hloubky vrtu pro ruční a elektrickou vrtačku [17]	50
Obrázek 18 - Letecký snímek objektu v místě Prchalov[29]	54
Obrázek 19 - Poloha Prchalova[28]	55
Obrázek 20 - Půdorysné rozdělení objektu	56
Obrázek 21 - Plán rekonstrukce části objektu	56
Obrázek 22- Plánované využití objektu	58
Obrázek 23- Plánované využití objektu	58

Obrázek 24 - Vizualizace studie pro budoucí využití 1	59
Obrázek 25 - Vizualizace studie pro budoucí využití 2	59
Obrázek 26 - Horizontální rozdělení objektu	60
Obrázek 28 - Příčina poruchy č.1	63
Obrázek 27 - Porucha č. 1	63
Obrázek 29 - Možná příčina poruchy č.1	63
Obrázek 30 - Porucha . 2	64
Obrázek 31 - Příčina poruchy č.2	64
Obrázek 32 - Možná příčina poruchy č. 2	64
Obrázek 33 - Porucha č. 3	65
Obrázek 34 - Porucha č.4 I.....	66
Obrázek 35 - Porucha č.4 II	66
Obrázek 36 - Možná příčina poruchy č. 4	66
Obrázek 37 - Porucha č. 5	67
Obrázek 38 - Příčina poruchy č.5	67
Obrázek 39 - Možná příčina poruchy č. 1	67
Obrázek 41- Příčina poruchy č.6.....	68
Obrázek 40 - Porucha č.6	68
Obrázek 42 - Možná příčina poruchy č. 6	68
Obrázek 43 - Porucha č 7	69
Obrázek 44 - Příčina poruchy č. 7	69
Obrázek 45 - Možná příčina poruchy č. 7 I.....	69
Obrázek 46 - Možná příčina poruchy č. 7 II	69
Obrázek 47 - Výskyt vlhkostních map	70
Obrázek 49 - Porucha č. 8 z interiéru	70
Obrázek 48 - Porucha č. 8 z exteriéru	70

Obrázek 50 - Možná příčina poruchy č. 8	71
Obrázek 51 - Porucha č.9 z exteriéru	71
Obrázek 52 - Porucha č.9 z ineriéru	71
Obrázek 53 - Možná příčina poruchy č. 9	72
Obrázek 54 - Porucha č. 10	73
Obrázek 55 - Možná příčina poruchy č. 10	73
Obrázek 56 - Výskyt výkvětů.....	74
Obrázek 58 - Porucha č. 11 II	74
Obrázek 57 - Porucha č.11 I.....	74
Obrázek 59 - Výskyt koroze.....	75
Obrázek 62 - Poloha nadměrných průhybů stropů	76
Obrázek 61 - Porucha č. 13 II	76
Obrázek 60 - Porucha č. 13 I.....	76
Obrázek 63- Možná příčina poruchy č. 14	77
Obrázek 64 - Porucha č. 15	78
Obrázek 65 - Poruchy v krovech.....	79
Obrázek 66 - Porucha č. 16 - Degradace vazného trámu	80
Obrázek 67 - Příčina poruchy č 16.....	80
Obrázek 69 - Porucha č. 17 II	80
Obrázek 68 - Porucha č. 17 I.....	80
Obrázek 70 - Porucha č. 18	81
Obrázek 71 - Porucha č. 19 - Chybějící spoje pásků	82
Obrázek 72 - Porucha č. 19 - Chybějící pásek	82
Obrázek 73 - Reprezentativní záběr zděné stěny v části objektu G	84
Obrázek 74 - Schéma rozdělení vzorků	85
Obrázek 76 - Graf zdánlivé pórovitosti.....	87

Obrázek 75 - Graf nasákavosti	87
Obrázek 78 - Sycení vzorků	87
Obrázek 77 - Nasycené vzorky	87
Obrázek 79 - Průběh vzlinutí u pálené cihly	88
Obrázek 80 - Průběh vzlinutí u nepálené cihly	88
Obrázek 81 - Průběh vzlinutí pálené cihly	88
Obrázek 82 - Průběh vzlinutí nepálené cihly	88
Obrázek 83 - Odebírání cihly z konstrukce v části G	90
Obrázek 84 - Uzavření cihel do nepropustného obalu	90
Obrázek 85 - Destruktivní zkouška v tlaku nepálené cihly.....	90
Obrázek 86 - Destruktivní zkouška v tlaku pálené cihly	90
Obrázek 87 - Orientační hodnoty pevnosti v tlaku v jednotlivých částech objektu.....	93
Obrázek 88 – Provádění zkoušky pomocí Kučerovy vrtačky ve vodorovné konstrukci	93
Obrázek 89 - Provádění zkoušky pomocí Kučerovy vrtačky v podkroví	94
Obrázek 90 - Provedené vývrty pomocí Kučerovy vrtačky	94
Obrázek 91 - Vyobrazení pevnosti malt v částech objektu.....	95
Obrázek 92 - Očištění spáry	96
Obrázek 93 - Provádění zkoušky malt Kučerovou vrtačkou.....	96
Obrázek 94 - Grafické znázornění vlhkosti v jednotlivých částech budovy.....	98
Obrázek 95 - Závislost pevnosti zdících prvků na vlhkosti	99
Obrázek 96 - Geologická mapa území s označením místa stavby[23]	102

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1 - VYZNAČENÍ MÍST PORUCH

PŘÍLOHA 2 - NAMĚŘENÉ HODNOTY A VYHODNOCENÉ VÝSLEDKY
PROVEDENÝCH ZKOUŠEK ZDÍČÍCH PRVKŮ A MALT

PŘÍLOHA 3 – TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČÍTANÝCH HODNOT

Příloha 2

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděných prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části A

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - x)^2$ [MPa ²]
A	1	1	8	11,9	12,2	2,3003
		2	8	11,9		
		3	7	12,7		
	2	4	9	11,2	11,5	0,7803
		5	10	10,7		
		6	7	12,7		
	3	7	8	11,9	11,3	0,3803
		8	9	11,2		
		9	10	10,7		
	4	10	8	11,9	11,1	0,2025
		11	9	11,2		
		12	11	10,2		
	5	13	8	11,9	10,9	0,0803
		14	9	11,2		
		15	12	9,7		
	6	16	13	9,3	9,5	1,3225
		17	11	10,2		
		18	14	9		
	7	19	12	9,7	10,0	0,4669
		20	14	9		
		21	9	11,2		
	8	22	9	11,2	10,9	0,0469
		23	11	10,2		
		24	9	11,2		
	9	25	8	11,9	10,8	0,0136
		26	12	9,7		
		27	10	10,7		
	10	28	13	9,3	9,7	0,8403
		29	12	9,7		
		30	11	10,2		
	11	31	13	9,3	9,5	1,3225
		32	14	9		
		33	11	10,2		
	12	34	14	9	10,5	0,0336
		35	7	12,7		
		36	12	9,7		

Suma **127,8**
Počet 12

Výběrový průměr \bar{x} = 10,7MPa
Suma $(x_i - \bar{x})^2$ = 7,8MPa²
Směr odchylka $S_{\bar{x}}$ = 0,84MPa

Součinitel t_n = 0,39

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_{\bar{x}}$
 $R = 10,3 \text{ MPa}$

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděicích prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části B

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
B	1	1	8	11,9	12,2	2,300278
		2	8	11,9		
		3	7	12,7		
	2	4	9	11,2	12,6	3,673611
		5	7	12,7		
		6	6	13,8		
	3	7	8	11,9	12,8	4,6225
		8	7	12,7		
		9	6	13,8		
	4	10	8	11,9	11,3	0,380278
		11	9	11,2		
		12	10	10,7		
	5	13	7	12,7	13,1	5,840278
		14	7	12,7		
		15	6	13,8		
	6	16	11	10,2	10,5	0,013611
		17	11	10,2		
		18	9	11,2		
	7	19	8	11,9	11,8	1,246944
		20	7	12,7		
		21	10	10,7		
	8	22	9	11,2	10,9	0,046944
		23	11	10,2		
		24	9	11,2		
	9	25	8	11,9	10,8	0,013611
		26	12	9,7		
		27	10	10,7		
	10	28	5	15,1	13,2	6,673611
		29	7	12,7		
		30	8	11,9		
	11	31	11	10,2	11,4	0,513611
		32	9	11,2		
		33	7	12,7		
	12	34	6	13,8	13,4	7,380278
		35	5	15,1		
		36	9	11,2		

Výběrový průměr $\bar{x} = 12,0 \text{ MPa}$

Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x}) = 32,7 \text{ MPa}^2$

Směr odchylka $S_x = 1,02 \text{ MPa}$

Součinitel $t_n = 0,39$

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$
 $R = 11,6 \text{ MPa}$

Suma **143,7667 32,70556**

Počet 12

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděicích prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části C

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
C	1	1	8	11,9	12,2	2,300278
		2	8	11,9		
		3	7	12,7		
	2	4	17	8,2	8,2	6,0025
		5	15	8,7		
		6	19	7,7		
	3	7	7	12,7	12,6	3,673611
		8	6	13,8		
		9	9	11,2		
	4	10	8	11,9	10,9	0,080278
		11	9	11,2		
		12	12	9,7		
	5	13	7	12,7	13,1	5,840278
		14	7	12,7		
		15	6	13,8		
	6	16	20	6,2	7,4	10,34694
		17	16	8,4		
		18	19	7,7		
	7	19	8	11,9	11,8	1,246944
		20	7	12,7		
		21	10	10,7		
	8	22	9	11,2	10,9	0,046944
		23	11	10,2		
		24	9	11,2		
	9	25	8	11,9	10,6	0,000278
		26	13	9,3		
		27	10	10,7		
	10	28	3	19,5	20,1	88,67361
		29	2	23,8		
		30	4	16,9		
	11	31	13	9,3	9,5	1,3225
		32	14	9		
		33	11	10,2		
	12	34	14	9	10,5	0,033611
		35	7	12,7		
		36	12	9,7		

Suma **137,6667** **119,5678**
Počet 12

Výběrový průměr $\bar{x} = 11,5 \text{ MPa}$
 Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x}) = 119,6 \text{ MPa}^2$
 Směr odchylka $S_x = 3,18 \text{ MPa}$
 Součinitel $t_n = 0,39$
 Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$
 $R = \mathbf{10,2 \text{ MPa}}$

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděných prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části D

Místo	Zdění prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
D	1	1	15	8,7	8,9	3,0625
		2	14	9		
		3	14	9		
	2	4	9	11,2	10,9	0,04694
		5	11	10,2		
		6	9	11,2		
	3	7	14	9	8,6	4,06694
		8	15	8,7		
		9	17	8,2		
	4	10	15	8,7	9,1	2,4025
		11	16	8,4		
		12	11	10,2		
	5	13	13	9,3	10,1	0,34028
		14	10	10,7		
		15	11	10,2		
	6	16	16	8,4	9,1	2,4025
		17	15	8,7		
		18	11	10,2		
	7	19	15	8,7	9,1	2,30028
		20	14	9		
		21	12	9,7		
	8	22	9	11,2	10,4	0,08028
		23	12	9,7		
		24	11	10,2		
	9	25	15	8,7	8,9	3,0625
		26	14	9		
		27	14	9		
	10	28	10	10,7	10,2	0,2025
		29	12	9,7		
		30	11	10,2		
	11	31	15	8,7	9,3	1,8225
		32	14	9		
		33	11	10,2		
	12	34	14	9	9,5	1,3225
		35	13	9,3		
		36	11	10,2		

Suma **114,067 21,1122**

Počet 12

Výběrový průměr \bar{x} = 9,5MPa

Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x})$ = 21,1MPa²

Směr odchylka S_x = 0,70MPa

Součinitel t_n = 0,39

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$

$R = \mathbf{9,2MPa}$

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděných prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části E

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
E	1	1	11	10,2	10,7	0,0025
		2	10	10,7		
		3	9	11,2		
	2	4	17	8,2	8,2	6,0025
		5	15	8,7		
		6	19	7,7		
	3	7	7	12,7	12,6	3,6736
		8	6	13,8		
		9	9	11,2		
	4	10	8	11,9	10,9	0,0803
		11	9	11,2		
		12	12	9,7		
	5	13	9	11,2	10,9	0,0469
		14	9	11,2		
		15	11	10,2		
	6	16	13	9,3	8,6	4,3403
		17	15	8,7		
		18	19	7,7		
	7	19	8	11,9	11,8	1,2469
		20	7	12,7		
		21	10	10,7		
	8	22	9	11,2	10,9	0,0469
		23	11	10,2		
		24	9	11,2		
	9	25	8	11,9	10,6	0,0003
		26	13	9,3		
		27	10	10,7		
	10	28	6	13,8	12,8	4,6225
		29	8	11,9		
		30	7	12,7		
	11	31	13	9,3	9,5	1,3225
		32	14	9		
		33	11	10,2		
	12	34	14	9	10,5	0,0336
		35	7	12,7		
		36	12	9,7		

Výběrový průměr \bar{x} = 10,7MPa
 Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x})$ = 21,4MPa²
 Směr odchylka $S_{\bar{x}}$ = 1,40MPa

Součinitel t_n = 0,39

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_{\bar{x}}$
 $R = 10,1 \text{ MPa}$

Suma **127,86667** **21,419**
 Počet 12

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděných prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části F

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	(xi-x)^2 [MPa²]
F	1	1	8	11,9	12,2	2,300278
		2	8	11,9		
		3	7	12,7		
	2	4	17	8,2	8,2	6,0025
		5	15	8,7		
		6	19	7,7		
	3	7	7	12,7	12,6	3,673611
		8	6	13,8		
		9	9	11,2		
	4	10	8	11,9	10,9	0,080278
		11	9	11,2		
		12	12	9,7		
	5	13	7	12,7	13,1	5,840278
		14	7	12,7		
		15	6	13,8		
	6	16	13	9,3	8,5	4,766944
		17	16	8,4		
		18	19	7,7		
	7	19	8	11,9	11,8	1,246944
		20	7	12,7		
		21	10	10,7		
	8	22	9	11,2	10,9	0,046944
		23	11	10,2		
		24	9	11,2		
	9	25	8	11,9	10,6	0,000278
		26	13	9,3		
		27	10	10,7		
	10	28	3	19,5	20,1	88,67361
		29	2	23,8		
		30	4	16,9		
	11	31	13	9,3	9,5	1,3225
		32	14	9		
		33	11	10,2		
	12	34	14	9	10,5	0,033611
		35	7	12,7		
		36	12	9,7		
Suma				138,7	113,9878	
Počet				12		

Výběrový průměr $\bar{x} = 11,6 \text{ MPa}$
 Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x}) = 114,0 \text{ MPa}^2$
 Směr odchylka $S_x = 3,08 \text{ MPa}$
 Součinitel $t_n = 0,39$

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$
 $R = \mathbf{10,4 \text{ MPa}}$

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděných prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části G pálených cihel

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
Gp	1	1	9	11,2	11,0	0,146944
		2	10	10,7		
		3	9	11,2		
	2	4	11	10,2	10,4	0,080278
		5	9	11,2		
		6	12	9,7		
	3	7	7	12,7	11,6	0,9025
		8	8	11,9		
		9	11	10,2		
	4	10	10	10,7	10,1	0,340278
		11	11	10,2		
		12	13	9,3		
	5	13	10	10,7	10,5	0,013611
		14	9	11,2		
		15	12	9,7		
	6	16	10	10,7	10,1	0,340278
		17	11	10,2		
		18	13	9,3		
	7	19	14	9	9,5	1,3225
		20	13	9,3		
		21	11	10,2		
	8	22	10	10,7	11,3	0,380278
		23	9	11,2		
		24	8	11,9		
	9	25	10	10,7	9,9	0,5625
		26	12	9,7		
		27	13	9,3		
	10	28	10	10,7	9,9	0,5625
		29	13	9,3		
		30	12	9,7		
	11	31	8	11,9	11,1	0,2025
		32	9	11,2		
		33	11	10,2		
	12	34	13	9,3	10,1	0,340278
		35	9	11,2		
		36	12	9,7		

Suma **125,4**
Počet 12

5,194444

Výběrový průměr $\bar{x} = 10,5 \text{ MPa}$
 Suma $(x_i - \bar{x})^2 = 5,2 \text{ MPa}^2$
 Směr odchylka $S_x = 0,65 \text{ MPa}$
 Součinitel $t_n = 0,39$

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$
 $R = \mathbf{10,2 \text{ MPa}}$

Naměřené hodnoty a jejich vyhodnocení pevnosti zděných prvků s pomocí Kučerovy vrtačky v části G nepálených cihel

Místo	Zdici prvek	Vývrt	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
Gnep	1	1	16	8,4	8,5	4,6225
		2	15	8,7		
		3	16	8,4		
	2	4	17	8,2	8,5	4,48028
		5	14	9		
		6	16	8,4		
	3	7	18	7,9	8,2	6,16694
		8	17	8,2		
		9	16	8,4		
	4	10	15	8,7	9,2	2,00694
		11	13	9,3		
		12	12	9,7		
	5	13	15	8,7	8,3	5,36694
		14	18	7,9		
		15	16	8,4		
	6	16	17	8,2	8,6	4,06694
		17	14	9		
		18	15	8,7		
	7	19	20	7,5	7,7	8,7025
		20	19	7,7		
		21	18	7,9		
	8	22	12	9,7	9,9	0,5625
		23	10	10,7		
		24	13	9,3		
	9	25	14	9	8,9	3,0625
		26	14	9		
		27	15	8,7		
	10	28	18	7,9	8,2	6,16694
		29	16	8,4		
		30	17	8,2		
	11	31	14	9	8,8	3,4225
		32	14	9		
		33	16	8,4		
	12	34	19	7,7	7,7	8,90028
		35	21	7,4		
		36	18	7,9		

Suma **102,533** **57,5278**
Počet 12

Výběrový průměr $\bar{x} = 8,5 \text{ MPa}$

Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x}) = 57,5 \text{ MPa}^2$

Směr odchylka $S_x = 0,63 \text{ MPa}$

Součinitel $t_n = 0,39$

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot x_s$
 $R = \mathbf{8,3 \text{ MPa}}$

**Hodnoty naměřených a vypočtených hodnot pevnosti malt pomocí Kučerovy vrtačky
v části A-F**

Místo	Ložná spara	Ozn. vývrtu	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
A-F	1	1	35	2,1	2,0	74,823
		2	40	1,7		
		3	34	2,2		
	2	4	38	1,8	2,0	74,823
		5	31	2,5		
		6	40	1,7		
	3	7	39	1,8	2,2	71,403
		8	33	2,3		
		9	31	2,5		
	4	10	40	1,7	1,9	75,98
		11	35	2,1		
		12	36	2		
	5	13	39	1,8	2,0	74,823
		14	33	2,3		
		15	37	1,9		
	6	16	40	1,7	1,9	75,98
		17	32	2,3		
		18	39	1,8		
	7	19	29	2,7	2,2	71,403
		20	35	2,1		
		21	38	1,8		

Suma **14,27** **562,07**
Počet 7

Výběrový průměr \bar{x} = 2,0 MPa
Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x})$ = 562,1 MPa²
Směr odchylka S_x = 0,1MPa

Součinitel t_n = 0,54

Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$
 $R = \mathbf{2,0MPa}$

Hodnoty naměřených a vypočtených hodnot pevnosti malt pomocí Kučerovy vrtačky v části G

Místo	Ložná spara	Ozn. vývrtu	Hloubka vývrtu [mm]	Pevnost dle příručky [MPa]	Průměr jednoho místa [MPa]	$(x_i - \bar{x})^2$ [MPa ²]
G	1	1	36	2	1,8	78,3225
		2	35	2,1		
		3	49	1,3		
	2	4	42	1,6	1,8	78,3225
		5	35	2,1		
		6	41	1,7		
	3	7	33	2,3	2,2	70,84028
		8	34	2,2		
		9	34	2,2		
	4	10	32	2,3	2,2	70,84028
		11	35	2,1		
		12	33	2,3		
	5	13	29	2,7	2,1	73,67361
		14	38	1,8		
		15	40	1,7		
	6	16	70	1	1,0	92,48028
		17	55	1,1		
		18	65	1		
	7	19	36	2	1,8	78,3225
		20	38	1,8		
		21	42	1,6		

Suma **12,97** **770,7775**
Počet 7

Výběrový průměr $\bar{x} = 1,9 \text{ MPa}$
 Suma $(x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x}) = 770,8 \text{ MPa}^2$
 Směr odchylka $S_x = 0,4 \text{ MPa}$
 Součinitel $t_n = 0,54$
 Pevnost v tlaku $R = R_m - t_n \cdot S_x$
 $R = \mathbf{1,6 \text{ MPa}}$

Příloha 3

		s	b	c	m(nomální stav)	m(vysušené)	m(saturované)	m(ve vode)	Vlhkost vzorku při zkouše	vlhkost nařezání a ustavení vlhkosti	objemová hmotnost kg/m3	násákavost	zdanlivá porovitost	F porušení	Fernost v tlaku Mpa
vyzrát	A1.1	50,71	50,63	49,93	205,4	200,5			0	2,94	1562,8			23,74	8,52
vyzrát	A1.2	51,11	50,6	50,03	211,6	206,1			0	2,67	1592,3			27,71	9,11
	A1.3	49,02	51,22	49,87	208,6	201,6			4,6	3,47	1610,0			11,2	3,79
	A1.4	49,32	50,96	49,96	208,9	203,1			4,6	2,86	1610,9			10,57	3,56
	A1.5	50,21	51,23	50,19	207,4	200,6			4,6	3,39	1749,3			7,57	6,04
	A1.6	51,08	50,23	50,66	206,2	201,2	246,1	122,9	22,31610388	2,49	1547,9	22,32	36,44	8,23	2,73
	A1.7	50,11	51,19	50,16	208,2	203,4	249,6	123,3	22,71386431	2,36	1580,8	22,71	36,38	6,4	2,12
	A1.8	51	51,04	51,23	201,6	193,3	242,5	120,1	24,16794673	3,23	1464,5	24,17	38,56	8,72	2,85
vyzrát	A2.1	50,11	51,19	50,16	213,4	208,9			0	2,15	1623,6			42,48	14,08
vyzrát	A2.2	51	51,04	51,23	222,2	217,3			0	2,25	1629,5			30,05	9,81
	A2.3	50,71	50,63	49,93	208,6	201,6			4,6	3,47	1571,4			16,74	5,54
	A2.4	51,11	50,6	50,03	208,9	202,1			4,6	3,36	1561,4			17,89	5,88
	A2.5	50,23	51,23	50,19	207,2	200,5			4,6	3,34	1746,1			14,29	11,39
	A2.6	51,08	50,23	50,66	210,8	203,9	246,9	124,3	21,085769	3,38	1568,1	21,09	35,07	12,19	4,04
	A2.7	50,11	51,19	50,16	219,2	213,8	255,4	128,9	19,45743686	2,53	1661,7	19,46	32,89	9,77	3,24
	A2.8	51	51,04	51,23	217,8	211,2	253,8	127,9	20,1705453	3,13	1583,8	20,17	33,84	7,76	2,53
vyzrát	A3.1	50,21	51,23	50,19	208,8	205,3			0	1,70	1590,2			22,73	7,51
vyzrát	A3.2	51,08	50,23	50,66	212,6	208,7			0	1,87	1605,6			23,83	7,89
	A3.3	50,71	50,63	49,93	207,9	201,6			4,6	3,13	1571,4			9,97	3,30
	A3.4	51,11	50,6	50,03	208,9	202,9			4,6	2,96	1567,6			9,76	3,21
	A3.5	50,21	51,23	50,19	207,3	200,6			4,6	3,34	1749,3			5,48	4,37
	A3.6	51,01	50,23	50,66	196,6	192,2	237,4	117,6	23,51716961	2,29	1480,7	23,52	37,73	6,56	2,18
	A3.7	50,11	51,18	50,16	220	212	197 (rospad)	99,2	19,45743686	3,77	1643,0	x	x	x	x
	A3.8	51	51,04	51,23	213,4	208,1	246,2	123,5	18,30830053	3,51	1560,3	18,31	31,05	7,88	2,57
vyzrát	B1.1	50,34	51,19	50,59	213,2	208,3			0	2,35	1591,5			16,58	5,45
vyzrát	B1.2	50,56	50,43	50,93	216,2	211,3			0	2,32	1626,5			15,7	5,23
	B1.3	50,11	51,19	50,16					4,7	#DIV/0!	0,0			4,58	1,52
	B1.4	51	51,04	51,23					4,7	#DIV/0!	0,0			3,38	1,10
	B1.5	51,07	50,96	50,66					4,7	#DIV/0!	0,0			4,22	1,38
	B1.6	50,71	50,63	49,93	203,8		rospad			#DIV/0!	0,0				0,00
	B1.7	50,11	51,19	50,14			rospad			#DIV/0!	0,0				0,00
	B1.8	51	51,04	51,23			rospad			#DIV/0!	0,0				0,00
vyzrát	B2.1	49,02	51,22	49,87	200,8	196,1			0	2,40	1566,1			15,98	5,41
vyzrát	B2.2	49,32	50,96	49,96	203,2	197,9			0	2,17	1569,7			11,41	3,84
	B2.3	49,02	51,22	49,87					4,7	#DIV/0!	0,0			4,95	1,68
	B2.4	49,32	50,96	49,96					4,7	#DIV/0!	0,0			4,44	1,50
	B2.5	50,21	51,23	50,19					4,7	#DIV/0!	0,0			1,83	1,46
	B2.6	51,07	50,23	50,66	207		rospad			#DIV/0!	0,0	x			0,00
	B2.7	51,07	50,96	50,66			rospad			#DIV/0!	0,0	x			0,00
	B2.8	50,71	50,63	49,93			rospad			#DIV/0!	0,0	x			0,00
vyzrát	B3.1	50,36	51,12	50,02	214,9	210,1			0	2,28	1631,6			13,26	4,38
vyzrát	B3.2	51,07	50,96	50,66	216	211,2			0	2,27	1601,9			12,88	4,21
	B3.3	50,71	50,63	49,93					4,7	#DIV/0!	0,0			4,91	1,62
	B3.4	51,1	50,6	50,03					4,7	#DIV/0!	0,0			5,63	1,86
	B3.5	49,02	51,22	49,86					4,7	#DIV/0!	0,0			5,42	1,83
	B3.6	49,32	50,96	49,96	212,6		rospad			#DIV/0!	0,0	x			0,00
	B3.7	51,06	50,96	50,66			rospad			#DIV/0!	0,0	x			0,00
	B3.8	50,72	50,63	49,93			rospad			#DIV/0!	0,0	x			0,00